*Band 42 / Heft 2* *März 1958*

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

COMMONWEALTH INST. OF ENTOMOLOGY LIBRARY
10 APR 1958
SERIAL Eu.270
SEPARATE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 62 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

# Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Zur Systematik, Biologie und Ökologie unterirdisch lebender Aphiden, Teil III. Von H. Zwölfer .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 129

Zur Biologie der einheimischen Geophiliden. Von E. Weil .. .. .. .. 173

On the synchronization of the generations of the Tachinid *Carcelia obesa* Zett. (= *rutilla* B.B.) and its host *Bupalus piniarius* L. By H. Klomp .. 210

Untersuchungen über die Entwicklung der Larve des Apfelwicklers *(Carpocapsa [Cydia] pomonella* L.) an Zwetschen und Pflaumen. Von. E. Zech 218

Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt. Von H. E. Wichmann 231

Beobachtungen zum Auftreten der Nonne *(Lymantria monacha* L.) 1955/56 in den Buchenwäldern Westmazedoniens, Jugoslawien. Von Zora Karaman 236

MITTEILUNGEN

Internationaler Kongreß für Insektenpathologie und biologische Bekämpfung 238

Publication announcement .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 238

1. Vorsitzender für das Jahr 1958 und Ehrenmitglieder der Deutschen Entomologischen Gesellschaft .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 238

PERSONALIEN

Hans Blunck gestorben .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 239

---

*Schriftleitung:* Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

*Manuskripte:* Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher, und wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übersendung des Manuskriptes räumt der Verfasser dem Verlag Paul Parey für die Dauer des urheberrechtlichen Schutzes das Recht ein, die photomechanische Vervielfältigung seines Aufsatzes durch gewerbliche Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch zu genehmigen.

*Honorierung:* Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,— je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

*Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung:* Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der photomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind vorbehalten. Jedoch wird Vervielfältigung durch Photokopie, Mikrokopie und dergl. für den innerbetriebl. Gebrauch in gewerbl. Unternehmen durch diese selbst oder durch dritte in 1 Ex. gestattet, wenn die Vervielfältigung einen Quellenvermerk enthält und unter Angabe der vervielfältigten Stelle eine Gebühr von DM 0,70 je angefangene Druckseite an den Verlag entrichtet wird.

*Erscheinungsweise und Bezugspreis:* Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,—. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstraße 12, bestellt werden.

---

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1958 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsanst. Boyens & Co., Heide/Holstein

*Z. ang. Ent. Bd. 42 (1958) H. 2, S. 129–240*

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,80 Einzelpreis DM 31,60

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen*

# Zur Systematik, Biologie und Ökologie unterirdisch lebender Aphiden *(Homoptera, Aphidoidea)* *(Anoeciinae, Tetraneurini, Pemphigini* und *Fordinae)*

Teil III *(Fordinae)*

Von Helmut Zwölfer, München[1]

*Inhalt:* III. Systematischer Teil (2. Fortsetzung): Subfam. *Fordinae,* Diagnose und Übersicht. – Zur Phylogenie der *Fordinae.* – Tribus *Baizongiini,* Diagnose und Bestimmungsschlüssel. – Beschreibungen der Gattungen und Arten. – Tribus *Geoicini,* Diagnose und Bestimmungsschlüssel. – Beschreibungen der Arten. – Tribus *Fordini,* Diagnose und Bestimmungsschlüssel. – Beschreibungen der Gattungen und Arten.

## Subfam. *Fordinae* (Mordvilko) Boerner 1952

Diagnose für die virginogenen Formen: Erstlarven mit mindestens 2 marg. Borstenpaaren pro Abd.-Tergit, meist sind aber sämtliche Rückenborsten nicht mehr in spin., pleur. und marg. Reihen geordnet. Ungeflügelte mit jeweils 2 Tarsengl., ohne Siphonen. Sek. Rhin. der Geflügelten rundlich. Fundatrix und Fundatrigenien in Gallen an *Pistacia* und (Ostasien) *Rhus.* Die mitteleuropäischen Arten anholozykl. an Wurzeln krautiger Gewächse, vorwiegend an Gramineen.

### Übersicht über die mitteleuropäischen Arten

| | |
|---|---|
| Tribus *Baizongiini* | Fundatrix an *Pistacia,* in blasenförmigen Blattgallen |
| *Aploneura lentisci* Pass. | Virginogenien oligophag an Gramineen |
| *Baizongia pistaciae* L. | Virginogenien oligophag an Gramineen, verirrt an *Veronica* |
| Tribus *Geoicini* | Fundatrix an *Pistacia,* in Blasengallen, die dem Mittelnerv der Blätter aufsitzen |
| Gen. *Geoica* | |
| *G. uticularia* sens. Mordvilko | Virginogenien oligophag an Gramineen |

[1] Jetzt: European Laboratory of the Commonwealth Institute of Biological Control, Delémont, Schweiz.

| | |
|---|---|
| *G. setulosa* PASS. | |
| Tribus *Fordini* | Fundatrix an *Pistacia,* in Randfaltengallen |
| *Paracletus cimiciformis* HEYD. | Virginogenien oligophag, an Gramineen. Formicobionte Art |
| Gen. *Forda* | |
| *F. formicaria* HEYD. | Virginogenien oligophag bis polyphag, an Gramineen, Cyperaceen, verirrt an *Luzula* |
| *F. marginata* KOCH | Virginogenien oligophag an Gramineen. Ansätze zur Wirtsrassenbildung |
| *F. dactylidis* BOERNER | Virginogenien monophag an *Dactylis,* verirrt an *Bromus* |
| *F. skorkini* MORDVILKO | Virginogenien an Gramineen, oligophag |
| *Smynthurodes betae* WESTW. | Virginogenien polyphag, an Vertretern aus mehr als 13 Familien, vorwiegend an Leguminosen. |

### Zur Phylogenie der Fordinae

In der Unterfamilie der *Fordinae* sind 3 recht ungleichartige Gruppen auf Grund eines gemeinsamen Hauptwirts vereinigt. Die Tribus *Baizongiini* nimmt in gewisser Hinsicht eine vermittelnde Stellung zwischen den *Tetraneurini* (gleiche Anordnung der Wachsdrüsen, ähnliche Ant.-Gliederung) und den *Pemphigini* (larvale Ant.-Einschnürung, ähnlicher Gesamthabitus) ein. Andererseits kommen manche auffälligen, bei den übrigen Pemphigiden nicht zu beobachtenden Merkmale vor. (Ant. der geflügelten *Aploneura* mit Wimperrhin. auf Gl. III bis VI, sternale Wachsdrüsen bei Ungeflügelten von *Baizongia.)* Die *Geoicini* und *Fordini* könnten infolge des Verlustes der Wachsdrüsengruppen bei den Virginogenien, einer Abbauerscheinung, die bis zu einem gewissen Grade auch bei den Exules der *Pemphigini* deutlich wird, und wegen der nicht mehr in 6 Längsreihen geordneten Beborstung (caenogenetische Neuerwerbung?) als näher verwandte synapomorphe Gruppe aufgefaßt und von den *Baizongiini* abgetrennt werden. Da aber hier eine systematische Entscheidung nicht allein auf Grund der Untersuchung der virginogenen Formen getroffen werden soll, wird die von BOERNER (1952) vorgenommene Einteilung — wenn auch in anderer Gruppierung — beibehalten. Während die Geoicinen im bewimperten Hauptrhin. noch ein den beiden anderen Pemphigidensubfamilien gemeinsames Merkmal beibehalten haben, weichen die Fordinen mit ihren unbewimperten prim. Rhin. am weitesten vom Grundtyp ab.

Allen mitteleuropäischen Fordinen gemeinsam ist die durch das Fehlen des Hauptwirts *(Pistacia)* erzwungene rein anholozykl. Lebensweise. MORDVILKO (1935 usw.) faßt die ost-, mittel-, west- und nordeuropäischen Fordinen als Tertiärrelikte auf, deren ehemalige Hauptwirte im Gebiet nördlich der Alpen durch die Vereisungen vernichtet wurden. Demgegenüber weist BOERNER (1952) auf die Möglichkeit einer auf dem Luftwege (Anemo-

chorie) erfolgten Wiedereinwanderung hin[2]. Für die Möglichkeit einer Neubesiedlung des nördlich der Alpen gelegenen Areals vom Mediterrangebiet aus spricht einmal die Tatsache, daß über unfreiwillige Fernflüge von Aphiden ein reiches Beobachtungsmaterial vorliegt (Boerner, 1921, Johnson, 1954, und zahlreiche weitere Autoren).

Ferner verdient hier der Umstand Beachtung, daß auf hochgelegenen alpinen Firnfeldern angewehte Aphiden bei entsprechenden Windverhältnissen in großer Zahl beobachtet werden können. Um die Vagilität der hier behandelten Formen richtig einzuschätzen, darf auch die Tatsache nicht übersehen werden, daß ein großer Teil des ehemalig vergletscherten Gebietes (Alpen, bayerische Hochebene, norddeutsches Tiefland, England, Skandinavien) zumindest von einem Teil der Arten auf jeden Fall wiederbesiedelt worden ist.

Für die Auffassung der mitteleuropäischen Fordinen als endemisches Relikt kann andererseits die verhältnismäßig große Vollständigkeit, mit der die mediterranen Arten auch nördlich der Alpen vertreten sind, geltend gemacht werden. Für eine autochthone Abkunft mancher Arten würde auch die Tatsache sprechen, daß es sich weitgehend um sehr euryoeke (hochalpine *Forda formicaria*-Populationen!), graswurzelbewohnende Formen handelt, die im nicht vergletscherten Gebiet die ungünstigen Verhältnisse der Glazialperioden sicher überstehen konnten (vgl. etwa das Vorkommen des unserm *Pemphigus bursarius* sehr nahestehenden, Graswurzeln bewohnenden *Pemphigus groenlandicus* in Grönland [Hille ris Lambers] 1952). In diesem Zusammenhang soll auch erwähnt werden, daß die Fordinen im Gegensatz zu den anderen untersuchten Gruppen eine hohe Zahl von Arten stellen, die steppenheide-ähnliche, trockene Grasfluren bevorzugen oder gar an diese Biotope gebunden sind (vgl. Teil IV, 4. Abschn.). Ein weiterer Hinweis auf den Reliktcharakter der mitteleuropäischen Fordinen mag in der hier stärker als bei den anderen untersuchten Wurzellausgruppen ausgebildeten Formicophilie gesehen werden (Teil IV, 4. Abschn.). Auch die Tatsache, daß der einzige bei mitteleuropäischen Aphiden auftretende Fall sozialparasitischer Lebensweise bei Ameisen in der Subfamilie der Fordinen angetroffen wird *(Paracletus)*, spricht hierfür. Die sehr enge, sich in reiz- und ernährungsphysiologischer und biologischer Hinsicht auswirkende Bindung an den Ameisenwirt kann gut als Folge eines sich über längere Zeiträume hin erstreckenden Zusammenlebens der anholozyklischen Form mit Ameisen gedeutet werden.

In der vorliegenden Arbeit kann weder eine Entscheidung für die Reliktheorie, noch eine solche für die Annahme einer allochthon erfolgten Besiedlung getroffen werden, da hierzu eine genauere Kenntnis des Verbreitungsgebietes der einzelnen Arten und der Biologie der mediterranen Populationen (Saisonpolymorphismus, Beziehungen zu Ameisen) notwendig wäre. Als Grundlage für die vergleichend ökologisch-biologischen Betrachtungen dieser Arbeit dient lediglich die Annahme, daß die mitteleuropäischen Fordinen bereits über einen langen Zeitraum hin als anholozykl. Populationen

[2] Eine dritte Deutungsmöglichkeit wäre mit der Annahme, daß Pistacien noch während einer der Interglazialperioden nördlich der Alpen vorhanden gewesen wären, gegeben. In diesem Fall könnten die mitteleuropäischen Fordinen als Interglazialrelikte aufgefaßt werden. Ein Nachweis diluvialer Pistazienvorkommen nördlich der Alpen liegt jedoch noch nicht vor.

leben, eine Annahme, die sich in erster Linie auf die weite Verbreitung dieser Populationen über Ost-, Mittel-, West- und teilweise Nordeuropa stützt.

Die untersuchten Arten zeigten eine weitgehende bis vollständige Übereinstimmung mit den entsprechenden mediterranen holozykl. Formen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß bei den mediterranen Formen noch keine Untersuchungen über Variabilität und Polymorphieerscheinungen vorgenommen wurden. Die von BOERNER (1952) als Folge einer „virginogenen Formentrennung" gedeutete morphologische Mannigfaltigkeit der Exules stellte sich in den eigenen Untersuchungen als Ausdruck eines mehr oder weniger ausgeprägten Saisonpolymorphismus dar. In der vorliegenden Arbeit werden daher die mediterranen holozykl. und die entsprechenden mitteleuropäischen anholozykl. Formen nicht als artlich verschieden aufgefaßt (vgl. Teil IV, 5. Abschn.).

Besonders bemerkenswert erscheint der Umstand, daß die Phaenologie der Geflügelten aus den mitteleuropäischen Fordinenpopulationen noch in auffallender Weise an den jahreszeitlichen Rhythmus der entsprechenden holozykl. Stammformen erinnert. Während bei den Anoeciinen, Tetraneurinen und Pemphiginen die virginoparen und sexuparen Geflügelten von Juni bis November (Haupterscheinungszeit im September/Oktober) auftreten, wurden geflügelte Fordinen (virginopar oder sexupar) nur während eines eng begrenzten Zeitraumes *(Baizongia, Geoica, Forda formicaria, F. dactylidis:* Juni, *F. marginata:* Mai bis Juli) gefunden. Bei Berücksichtigung der allgemeinen Verschiebung der phaenologischen Daten infolge höherer Breitenlage entspricht dies sehr gut den Erscheinungszeiten der Sexuparen der holozykl. Form (In Süditalien etwa: März/April [ROBERTI 1939]).

Sexupare Tiere wurden im Beobachtungsgebiet nur noch bei zwei Arten *(Forda formicaria* und *Aploneura lentisci)* angetroffen. In den übrigen Fällen konnten nur virginopare Geflügelte beobachtet werden. Hier liegt offenbar die auch anderweitig bekanntgewordene Erscheinung vor, daß infolge anhaltender Anholozyklie sexupare Formen durch entsprechende virginopare Formen ersetzt worden sind (vgl. Teil IV, 5. Abschn.). Als weitere Folge der anholozyklischen Lebensweise darf der bei den einzelnen Arten jeweils bis zu einem verschiedenen Grad fortgeschrittene Abbau der geflügelten Tiere betrachtet werden.

Bei Vertretern der Gattung Forda liegen Verhältnisse vor, die auf eine mit Einengung des Wirtskreises verbundene Verringerung der morphologischen Variationsbreite und Biotopspezialisierung hinweisen. Die monophage Art *F. dactylidis* wird als das Ergebnis einer solchen gekoppelten ernährungsphysiologischen und morphologischen Spezialisierung gedeutet (Teil IV). Die übrigen im Beobachtungsgebiet gefundenen *Fordinae* erwiesen sich als oligophag oder polyphag.

### Trib. Baizongiini BOERNER

Diagnose für die virginogenen Formen: Ungeflügelte mit spin., pleur. und marg., aus rundlichen Einzelporen zusammengesetzten Wachsdrüsengruppen auf Kopf, Thor. und Abd. Prim. Rhin. mit Wimperkranz. $L^1$ mit je einem spin. und pleur. und meist 2 marg. Borstenpaaren pro Tergit. Mit oder ohne larvaler Ant.-Einschnürung. Tarsen aller Beine 2-gl. Siphonen fehlen. Sek.-

Rhin. der Geflügelten rundlich. Gonapophysen auch bei Ungeflügelten mehr oder weniger deutlich, stets 2höckrig.

Fundatrix und Fundatrigenien an *Pistacia*, in blasenförmigen Blattgallen. Holozykl. Form im Mittelmeergebiet verbreitet, mitteleuropäische Populationen anholozykl., vorwiegend an Gramineenwurzeln.

### Bestimmungsschlüssel für die mitteleuropäischen Arten (Exules)

1 (2) Ungeflügelte Tiere schmal spindelförmig, 2,5- bis 3mal so lang als breit; Kopf und P.Thor fügen sich in den Körperumriß ein. Ant. (0,17 bis 0,27) und Rüssel (0,21—0,27) kurz, die langen Borsten der Analplatte nicht in 2 deutlichen Reihen. Abd.-Sternite ohne Porenplatten. Geflügelte besitzen auf Ant.-Gl. III bis VI je ein großes, rundes, bewimpertes Rhin. Flügel in Ruhehaltung flachgelegt.

..... Gen. *Aploneura* Pass.
*A. lentisci* Pass.

2 (1) Ungeflügelte Tiere breit-eiförmig, weniger als 2mal so lang als breit, Kopf und P.-Thor. vom übrigen Abd. etwas abgesetzt. Ant. (0,33 bis 0,43) und Rüssel (0,30—0,40) relativ lang. Die langen Borsten der Analplatte deutlich 2reihig geordnet. Auf den Abd.-Sterniten 3—6 je ein kleines Drüsenpaar. Geflügelte[3] auf Ant.Gl. III mit einigen querbreiten, auf Gl. IV—VI mit je einem großen Rhin.; Flügel in Ruhehaltung dachförmig.

..... Gen. *Baizongia* Rond.
*B. pistaciae* L.

### Gen. Aploneura Passerini 1863

Typ. auct.: *Tetraneura lentisci* Pass. 1856.

Syn: *Tetrenema* Derbès 1869 (emend. Theobald *Tetranema* 1929), gleicher Typus. *Rhizoctonus* Mokrzecki 1896 (Typ auct. = *Rh. ampelinus* Mokrzecki 1896). *Tycheoides* Schouteden 1906 (Typ auct. = *Tychea eragrostidis* Passerini 1860).

Diagnose für die virginogenen Formen: Die prim. Rhin. aller Stadien gewimpert. Ant. der $L^1$ 4-gl. Körper mit Wachsdrüsen. Die Geflügelten besitzen auf Ant.Gl. III bis VI ein großes, rundes, bewimpertes Rhin. Flügel in Ruhehaltung flachgelegt. Aus Mitteleuropa bisher nur eine Art bekannt.

### Aploneura lentisci (Passerini 1856) Passerini 1863

Syn. *Rhizobius poae* Buckton 1883. *Rh. graminis* Buckton 1883. *Tycheoides eragrostidis* Schouteden 1906, Dahl 1912. *Tychea silvestrii* Mordvilko 1921. *Neorhizobius poae* Del Guercio 1917.

Untersuchtes Material: 7 Präparate der Sammlung Boerner, 5 eigene Funde.

[3] Nach Boerner (in Brohmer 1953).

**Ad. ungeflügelter Exul**

Blaß zitronengelb. Kopf, P.-Thor., Analregion und Extremitäten gelblich braun. Tiere meist mit weißen Wachsflöckchen, die in neun segm. Querreihen angeordnet sind und das Abd. ringartig umziehen. Gestalt spindelförmig (Abb. 14b), sehr in die Länge gestreckt, Kopf und P.-Thor. fügen sich in den Körperumriß ein. Wachsdrüsen aus ca. 30—100 rundlichen Einzelporen (Abb. 14c) zusammengesetzt. Anordnung: Spin.-Drüsenplatten: Kopf = 2 Paare, P.-Thor. bis Tergit 7: je ein Paar. Marg.-Drüsenplatten: Vom P.-Thor. bis zum Tergit 7 je ein Paar. Pleur.-Drüsenplatten: Vom Ms.-Thor. bis zum Tergit 6 je ein Paar, gelegentlich unregelmäßig ausgebildet. Die Größe der Platten vom Tergit 7 (Platten etwa rechteckig, Kantenlänge ca. 0,05—0,075) bis zum Ms.-Thor. (Platten rundlich. Durchmesser ca. 0,018 bis 0,02) stetig abnehmend. Auf dem Kopf und P.-Thor. sind die Drüsenplatten wieder etwas größer (rundlich bis oval, Durchmesser 0,024 bis 0,030). Die Marg.-Platten sind größer als die Spin.- und diese wiederum größer als die Pleur.-Platten.

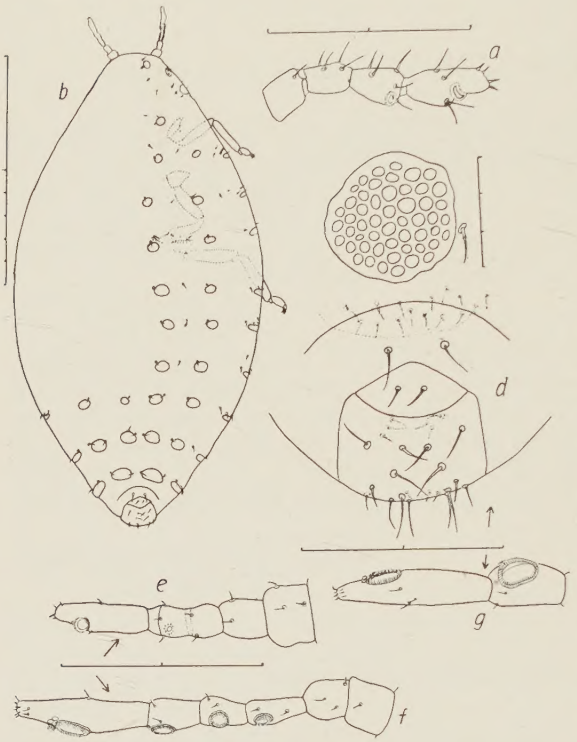



*Abb. 14. Aploneura lentisci* Pass. a Ant. der $L_1$; b ad. Exul; c ad. Exul, einzelne Porenplatte; d ad. Exul, Abd.-Ende. Cauda und Analplatte ausgezogen, Genitalplatte gestrichelt; e ad. Exul Ant.; f Ant. der geflügelten Sexupara; g Ant.-Endgl. (Sexupara). Maßstäbe: Teilstriche bei c = 0,01 mm; a, b, d, e, f, g = 0,1 mm

Körper mit spärlich verteilten Borsten. Die spin. und pleur. Borsten (0,07 bis 0,03) in der Regel am seitlichen Innenrand, die marg. Borsten vor den Drüsenplatten. Ant. 5-gl. (Abb. 14e). Gelegentlich bleibt, wenn es im Laufe der Larvalentwicklung nicht zu einer Teilung des Gl. III kommt, die 4-Gliedrigkeit der larvalen Ant. erhalten. Rhin. mit Wimperkranz. Das prox. Rhin. klein und rundlich, das dist. rundlich oval, mit gewimperten Begleitrhin. Meist ist, wie bei *Pemphigus*, das Gl. IV durch ein dünnhäutiges Zwischenstück mit Gl. III und V verbunden. Fazettenaugen fehlen, nur Triommatidien vorhanden. Rüssel kurz und dick, bis zum 2. Coxenpaar reichend.

Analregion: Cauda, Anal- und Genitalplatte schwach sklerotisiert. Tergit 8 und Cauda je mit 2 Borsten (0,03—0,04). Analplatte mit 10—20 Borsten (0,03—0,04). Diese stehen in der den Gonapophysen zugewandten Hälfte

verhältnismäßig dicht, gegen die Cauda hin zeigen sie eine schwach ausgeprägte 2reihige Anordnung; alle Borsten kurz. Ein Trophobioseorgan (= perianaler Haarkranz) fehlt mehr oder weniger.

Gonapophysen: 2 kleine Höcker mit je 4—7 kurzen, hakenartig nach innen gekrümmten Borsten (Abb. 14d).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,50—2,40 | Ant.-Gl. | I | 0,032—0,043 | |
| Körperbr. | 0,80—1,40 | Ant.-Gl. | II | 0,025—0,055 | Sek. |
| Rüssel | 0,21—0,27 | Ant.-Gl. | III | 0,025—0,043 | Rhin. |
| Ant. | 0,17—0,27 | Ant.-Gl. | IV | 0,031—0,037 | fehlen |
| | | Ant.-Gl. | V | 0,073—0,091 | |

(Längen- und Breitenmaße von mazerierten Tieren, bei lebendem Material beträgt das Verhältnis von Länge zu Breite ca. 2,5—3/1.)

### Exul, Erstlarve

Blaßgelblich, Gestalt sehr langgestreckt. Bau und Anordnung der Wachsdrüsen wie bei den Ad. Alle Drüsenplatten rundlich und annähernd gleich groß. Abd.-Beborstung: je 1 Paar spin. und pleur. Borsten, 1—2 Paar marg. Borsten. Ant. 4-gl. (Abb. 14a), die prim. Rhin. mit Wimperkranz. Das prox. Rhin. liegt queroval, das dist. umgreift als schmale Spange über 1/3 des Gl.-Umfanges. Das Ant.-Endgl. ist von Gl. III durch ein dünnhäutiges Zwischenstück (wie bei *Pemphigus)* abgesetzt. Der Rüssel erreicht das dritte Coxenpaar nicht ganz. Krallborsten der Klauen gebogen, diese überragend. Analregion ähnlich wie bei den Ad., jedoch ist die Subanalbeborstung spärlicher (6—10 Borsten).

Länge der Tiere 0,70—0,80; Breite 0,25—0,35.

### Ad. geflügelter Exul (sexupar)

(Da nur ein eigenes geflügeltes Tier zur Verfügung steht, wurde die Beschreibung nach Roberti (1939) ergänzt.)

Kopf, P.-Thor. und Extremitäten schwarzbraun, Abd. dunkelgrün. Fl. werden in der Ruhestellung flachgelegt. Die Media des V.-Fl. ist einfach und gerade, die beiden Cu. sind im basalen Teil miteinander verschmolzen. Am H.-Fl. ist der Cu. 1 sehr reduziert, oft fehlt er gänzlich. Wachsdrüsen: P.-Thor. mit 2 spin. Platten. Abd.: marg. Drüsen auf Tergit 1—7, spin. Drüsen auf Tergit 5—8, pleur. Drüsen auf Tergit 5—7. Ant. 6-gl., Gl. III bis VI mit je einem großen bewimperten Rhin. (Abb. 14f, g).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,70—1,95 | Ant.-Gl. | I | 0,037 | Rhin. auf | |
| Körperbr. | 0,55—0,75 | Ant.-Gl. | II | 0,043 | | |
| Rüssel | 0,36 | Ant.-Gl. | III | 0,061 | III | 0 + 1 |
| Ant. | 0,33 | Ant.-Gl. | IV | 0,043 | IV | 0 + 1 |
| | | Ant.-Gl. | V | 0,055 | V | 0 + 1 |
| | | Ant.-Gl. | VI | 0,121 | VI | 0 + 1 |

### Biologie

Wirte (Exules): Die Tiere saugen, tief im Boden, an den feinen Nebenwürzelchen von *Bromus mollis, Hordeum murinum, Poa annua, P. pratensis.* Da Mordvilko (1935) als Wirt noch *Agrostis* und Theobald (1929) *Triticum, Agropyrum, Anthoxanthum* und *Dactylis* angibt, darf angenommen werden, daß die Art nicht auf bestimmte Grasarten spezialisiert ist.

Holozykl. Stammform und Parazyklus: Hauptwirt der im

Mittelmeergebiet lebenden holozykl. Form ist *Pistacia lentiscus*. Hier werden von den fundatrigenen Generationen an den Blättern große bohnenförmige Blasengallen gebildet. Die fundatrigenen Geflügelten erscheinen von August bis Oktober, die Sexuparen von März bis April (ROBERTI, 1939). Die im Beobachtungsgebiet gesammelten anholozykl. Populationen entsprechen morphologisch völlig den Exules der Stammform. Aus dem Erlanger Gebiet stammt ein Fund einer geflügelten Sexuparen! Über die Ausbildung geflügelter Formen im Areal der anholozykl. Populationen kann im übrigen keine Aussage gemacht werden, da nur ein sehr spärliches Material vorliegt.

Jahreszyklus der Exules: Die Überwinterung erfolgt nicht in Ameisennestern, sondern frei im Erdboden wie bei den *Pemphigini*. Mitte Juni wurde in einer Population eine sexupare Geflügelte festgestellt. Gegen den Herbst zu bestanden die einzelnen Populationen aus 40 und mehr Individuen.

Beziehungen zu Ameisen: Ameisenbesuch wurde nicht festgestellt. Da bei den winterlichen Kontrollen der Ameisenbauten, in denen die formicophilen Fordinen stets gehäuft auftraten, diese Art nicht antroffen wurde, und da hier auch, im Gegensatz zu den übrigen Fordinen, der zum Festhalten des ausgeschiedenen Honigtaus dienende perianale Haarkranz nicht entwickelt ist, darf trotz des geringen eigenen Materials angenommen werden, daß keine Formicophilie vorliegt.

Parasiten und Räuber: 1 ad. war von einer Mermithide parasitiert.

Besiedelte Biotope: Die im Beobachtungsgebiet seltene Art wurde nur in Magerrasen auf warmem, sandigem Boden und in einer Unkrautgesellschaft auf Lößboden gefunden.

Fundorte: Mittelfränkisches Becken (Erlangen), Oberrheingebiet (Kaiserstuhl).

### Gen. Baizongia RONDANI 1848

Typ. auct.: *Aphis pistaciae* FABRICIUS 1775.

Syn.: *Pemphigella* TULLGREN 1909 (Typ. auct. = *Pemphigus cornicularius* PASSERINI = *pistaciae* LINNAEUS 1767). *Dasia* VAN DER GOOT 1918, non GRAY 1839 (Typ. auct. = *Pemphigus aedificator* BUCKTON 1893).

Diagnose für die virginogenen Formen: Die prim Rhin. aller Stadien gewimpert, Ant. der $L^1$ 4-gl. Körper mit Wachsdrüsen. Ant.-Gl. III der Geflügelten mit einigen querovalen, Gl. IV–VI mit je einem großen Rhin. Flügel in Ruhehaltung dachförmig. Aus Mitteleuropa nur eine Art bekannt.

### Baizongia pistaciae (LINNAEUS 1767) RONDANI 1848

Syn.: *Aphis pistaciae* LINNAEUS 1767, FABRICIUS 1775, *Pemphigus cornicularius* PASSERINI 1856 (?). *Neorhizobius stramineus* DEL GUERCIO 1917 (nach BOERNER, 1952, p. 227)[4].

Untersuchtes Material: 23 eigene Funde.

[4] Herrn D. HILLE RIS LAMBERS verdanke ich den Hinweis, daß auch *Tycheoides setariae* sensu THEOBALD, 1929 synonym mit *B. pistaciae* ist; allerdings handelt es sich bei der von THEOBALD aus Porlock erwähnten Art um eine *Geoica* (D. HILLE RIS LAMBERS, brieflich).

**Ad. ungeflügelter Exul**

Schmutzig weiß bis gelblich wachsfarben. Kopf, P.-Thor., Analregion und Extremitäten bräunlich. Das ganze Tier mit weißgrauem Wachsflaum bedeckt. Gestalt eiförmig, rundlich gewölbt, Kopf und P.-Thor. vom übrigen Körper etwas abgesetzt (Abb. 15a). Wachsdrüsen: Rundlich bis oval, zusammengesetzt aus einer wechselnden Anzahl etwa gleichgroßer, abgerundeter Einzelporen. Anordnung der Drüsenplatten: Kopf: 3 hintereinander liegende spin. Drüsenpaare. P.-Thor.: Auf mehr oder weniger deutlich ausgebildeten Höckern ein marg. und ein spin. Drüsenpaar. Restlicher Thor. und Abd.-Tergit 1—6: Je ein spin., pleur. und marg. Plattenpaar. Tergit 7: nur ein marg. Paar. Auf den Abd.-Sterniten 3—6 je ein Paar kleiner, schwach ausgeprägter Drüsen. Die marg. Platten (Dorsalseite) sind in die Länge gezogen und porenreicher als die rundlichen Spin.Platten. Die pleur. Drüsengruppen sehr klein, oft nur aus 1—2 Poren bestehend.

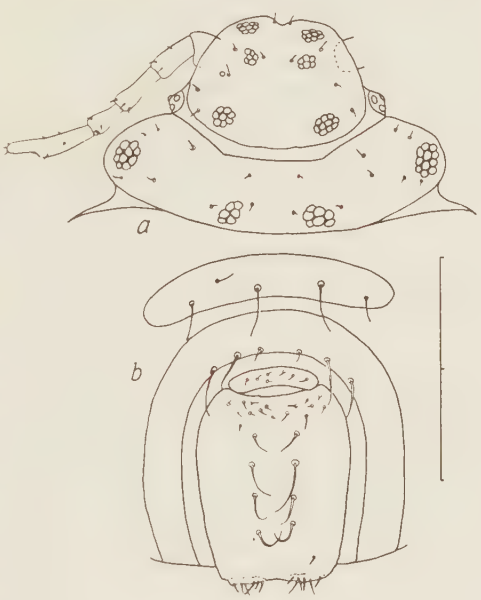



*Abb. 15. Baizongia pistacae* L., ad. Exul. a Kopf und P.-Thor.; b. Analregion (Tergit 7,8, Cauda, Analplatte und Gonapophysen). Maßstab: Teilstriche 0,1 mm

Kleine spitze Borsten sind über den ganzen Körper verstreut. Die den Spin.- und Pleur.-Drüsen zugeordneten Borsten stehen teilweise an der Innenseite der Porenplatte, die marg. Borsten befinden sich dagegen vor den Platten. Die Borsten des 7. Tergits und die abd. Marg.-Borsten sind meist von beträchtlicher Länge (bis 0,120). In der Regel werden die Marg.-Borsten gegen den Thor. hin kürzer. Ant. 5-gl., mit auffallendem Längenverhältnis der einzelnen Gl. (vgl. Maße). Die beiden prim. Wimperrhin. rundlich, das dist. besitzt gewimperte Begleitrhin. Fazettenaugen fehlen, stets nur Triommatidien vorhanden.

Rüssel kurz und breit, das 2. Coxenpaar meist noch überragend. Analregion: Genital- und Analplatte, Cauda und Sternit 8 (selten 7) leicht sklerotisiert. Cauda nur mit kurzen Borsten. Die Analplatte mit 2 Längsreihen von insgesamt 6—10 langen (0,060—0,120), schwach gegen die Cauda hingebogenen Borsten, die zusammen mit denen des 8. Tergits (meist 6, Länge 0,060—0,090) das Trophobioseorgan bilden. Gonapophysen: 2 kleine, schwach sklerotisierte Höcker mit 5—8 Borsten (Abb. 15b).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,40—2,25 | Ant.-Gl. I | 0,043—0,060 | Marg. Borsten des | |
| Körperbr. | 1,05—1,60 | Ant.-Gl. II | 0,049—0,073 | Terg. 7: | 0,067—0,120 |
| Rüssel | 0,30—0,40 | Ant.-Gl. III | 0,060—0,091 | Terg. 6: | 0,030—0,127 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ant. | 0,33—0,43 | Ant.-Gl. IV | 0,049—0,060 | Terg. 5: | 0,010—0,079 |
| | | Ant.-Gl. V | 0,110—0,140 | Subanalborsten: | 0,060—0,118 |
| | | | | Sek. Rhin. | fehlen |

**Exul, Erstlarve**

Schmutzig grünlich. Kopf, P.-Thor. und Analregion bräunlich. Gestalt langgestreckt oval (Länge 0,90—1,10; Breite 0,40—0,60). Die Dorsaldrüsen entsprechen in Bau und Anordnung denen der Ad. Die Begleitborsten der Drüsen liegen entweder auf einem Skleritplättchen oder sind von einem Sklerit-ring umgeben. (Reste einer ehemaligen segmental angeordneten Panzerung?) Abd.-Borsten: je 1 Paar spin. und pleur. Borsten, 1—2 Paar marg. Borsten. Marg.-Borsten und Borsten der Analregion: bis 0,100, die übrigen Borsten bis 0,060 Ant. 4gl., beborstet (Ant. Borsten mitunter länger als der Gl. Durchmesser). Rhin. wie bei den Ad. Rüssel überragt das 3. Coxenpaar. Beine: 1. Tarsengl. mit 2 Borsten, Krallborsten gebogen, die Klauen überragend. Analregion nur mit 2 kurzen Subanalborsten. Perianaler Borstenkranz dagegen wie beim Ad.

**Zur Variabilität der Art**

Der Vergleich der 23 untersuchten Populationen mit den Literaturangaben ergibt eine gute Übereinstimmung. Stark variabel ist beim eigenen Material lediglich die Länge der Marg.-Borsten. Diese starken Schwankungen werden oft schon innerhalb einer Population angetroffen. Eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Variabilität konnte nicht gefunden werden.

**Biologie**

Wirte (Exules): Die Tiere saugen an Wurzeln von *Agrostis alba, A. tenuis; Corynephorus canescens; Dactylis glomerata; Festuca ovina; Poa pratensis.* In einem *Lasius flavus*-Nest wurde eine Population gefunden, die an feinen Würzelchen von *Veronica chamaedrys* saugte! Übertragungsversuche konnten nicht angestellt werden.

Holozykl. Stammform und Parazyklus. Bisher war von dieser Art nur die holozykl. Stammform bekannt (Boerner 1952). Diese ist im Mittelmeergebiet verbreitet und geht nordwärts bis Südtirol. Fundatrix und Fundatrigenien bewohnen gemeinsam große kuhhornähnliche Blattgallen an *Pistacia terebinthus.* Die im Beobachtungsgebiet gefundenen parazykl. Populationen weichen morphologisch von den entsprechenden Generationen der Stammform nicht ab. Dagegen scheinen die geflügelten Formen weitgehend oder völlig (im Beobachtungsgebiet kein Fund geflügelter Tiere) verlorengegangen zu sein[5].

Jahreszyklus der Exules. Die Überwinterung (Ad. und Juv.) erfolgte in den Nestern von *Lasius flavus.* Anfang März wurden bereits die ersten Tiere an freiwachsenden Gramineen gefunden. Von Ende März an waren die Tiere völlig aus den Ameisenhaufen verschwunden. Die Individuenzahl der Sommerkolonien schwankte zwischen 5—30 Tieren. Die Besiedlung neuer Wirte scheint in erster Linie durch die recht beweglichen Jung-

[5] Herr D. Hille Ris Lambers teilte mir freundlicherweise mit, daß *B. pistaciae* von ihm für Borkum festgestellt worden sei. Die betreffenden Tiere bildeten im Herbst (in künstlichen Ameisennestern) virginopare Geflügelte aus. (D. Hille Ris Lambers, brieflich).

larven vollzogen zu werden. Die ausgewachsenen Individuen bewegen sich kaum noch. Geflügelte Formen wurden nicht gefunden. Mitte November waren die Populationen vollständig in die Ameisennester zurückgeschleppt worden. Beim Öffnen eines *Lasius flavus*-Nestes im Dezember wurden über 100 Tiere gefunden, diese saugten teils noch an Wurzeln, teils saßen sie an der Decke eigener Aphidenkammern. Im Gegensatz zu den übrigen im Nest befindlichen Aphiden hatten sie noch nicht mit dem Absetzen von Junglarven aufgehört. Ein morphologischer Unterschied zwischen den im Sommer und den im Winter gesammelten Populationen konnte nicht festgestellt werden.

Beziehungen zu Ameisen. *Baizongia pistaciae* ist eine formicophile Form. Folgende Ameisen wurden beim Besuch oder der Pflege beobachtet: *Lasius flavus* (14×), *L. niger* (2×); *Solenopsis fugax* (2×); *Tetramorium caespitum* (1×). Insgesamt wurden ca. 85% der beobachteten Kolonien zusammen mit Ameisen gefunden.

Parasiten und Räuber wurden nicht angetroffen.

Besiedelte Biotope: Der Verbreitungsschwerpunkt der beobachteten Populationen lag in trockenwarmen Biotopen. Die Art wurde in Steppenheidegesellschaften, in der Silbergrasflur (auf trockenheißen, vegetationsarmen Sanddünen) und in Magerrasen angetroffen. Gelegentlich wurden die Tiere auch in Wiesen auf mäßig feuchtem Boden gefunden.

Fundorte: Die Art ist neu für die deutsche Fauna. Die eigenen Funde deuten auf eine weite Verbreitung im süddeutschen Raum hin. Mittelfränkisches Becken, Fränkischer Jura, Maingebiet, Oberrhein (Kaiserstuhl), bayerische Hochebene.

### Trib. Geoicini Boerner

Diagnose für die virginogenen Formen: Ungeflügelte ohne Wachsdrüsengruppen. Prim. Rhin. mit Wimperkranz. Der ganze Körper der ungeflügelten Exules mit netzartig gefelderter Cuticula. Borsten der Erstlarven nicht in spin., pleur. und marg. Längsreihen angeordnet, sondern dicht über den ganzen Rücken verteilt. Larvale Ant. ohne Einschnürung. Tarsen 2gl. Siphonen fehlen. Cauda sehr klein. Analöffnung auf die Dorsalseite verschoben. Mit Spitz- und Spatelborsten. Sek. Rhin. der Geflügelten rundlich. Gonapophysen auch bei Ungeflügelten deutlich, 2höckrig. Fundatrix und Fundatrigenien an *Pistacia*, in Blasengallen, die dem Mittelnerv der Fliederblätter unterseits aufsitzen. Holozykl. Form im Mittelmeergebiet verbreitet, mitteleuropäische Populationen anholozykl. an Wurzeln von Gramineen. Nur eine Gattung.

### Gen. Geoica Hart 1894

Typ auct.: G. *squamosa* Hart 1894 (Nordamerika). Syn.: *Trinacriella* del Guercio 1914 (Typ auct. = *T. magnifica* del Guercio). *Serrataphis* van der Goot 1917 (Typ. auct. = *Tetraneura lucifuga* Zehntner 1897). *Pemphigetum* Mordvilko 1928 (Typ. auct. *P. muticae* Mordvilko).

Aus Mitteleuropa sind 2 Arten bekannt.

**Bestimmungsschlüssel für die mitteleuropäischen Arten (Exules)**

1 (2) Prox. prim. Rhin. der ad. Ungeflügelten queroval. Analplatte mit 12 bis 16 großen (0,07—0,12), in 2 Längsreihen angeordneten Borsten. Erstlarven blaß graugrün.

... *G. setulosa* Pass.

2 (1) Prox. prim. Rhin. der ad. Ungeflügelten rundlich oder eiförmig. Analplatte mit zahlreichen (über 60) kurzen bis mittellangen (0,015 bis 0,055) Borsten, die ungeordnet über die ganze Fläche verteilt sind. Erstlarven weißlichgelb.

... *G. utricularia* sens. Mordvilko

**Geoica utricularia** sensu Mordvilko 1927

Syn.: *Tychea eragrostidis* Passerini 1862, *T. setariae* Passerini 1862, *Fuchsia pellucida* Buckton 1882, *F. carnosa* Buckton 1883, *Geoica spumosa* sensu Theobald 1929, *G. discreta* Boerner 1952.

Eine nur in der fundatrigenen Serie unterscheidbare Unterart ist *G. utricularia muticae* Mordvilko 1935.

Anmerkung: Herr D. Hille Ris Lambers wies mich darauf hin, daß *G. utricularia* sensu Mordv. nicht mit *G. utricularia* sensu Roberti 1939 identisch ist; er ermöglichte mir freundlicherweise auch die Durchsicht einiger Präparate von *G. utricularia* sensu Roberti, sowie einiger aus Passerinis Sammlung ausgewählter Lectotypen. Robertis *Geoica „utricularia"* unterscheidet sich von *G. utricularia* sensu Mordv. 1927, Martelli 1952, Boerner 1952 durch eine viel dichtere Beborstung der Analplatte (Roberti, 1939, Fig. XXXVI). Es stehen also der von Passerini vom Hauptwirt beschriebenen Art *Pemphigus* (= *Geoica utricularius* Passerini 1856 die beiden bisher nur vom Nebenwirt bekannten Arten *Geoica utricularia* sensu Mordvilko und *G. utricularia* sensu Roberti gegenüber. Eine endgültige systematische Abklärung ist erst möglich, wenn der Migrationstest von *Pistacia* zu Gramineen durchgeführt ist. Die vorliegende Arbeit folgt Mordvilko, der die virginogenen Wurzelpopulationen seiner *Geoica „utricularia"* auf Grund eines Vergleiches der Junglarven von Exules und Emigrantes der Gallenform *Pemphigus* (= *Geoica*) *utricularius* Passerini 1856 zuordnete. Sollte ein mit dieser Gallenform durchgeführter Migrationstest den Nachweis erbringen, daß Mordvilkos Benennung irrtümlich erfolgte, dann wird *Geoica utricularia* sensu Mordvilko synonym mit *Geoica eragrostidis* Passerini 1862.

Untersuchtes Material: 15 Präparate der Sammlung Boerner,
65 eigene Funde.

**Ad. ungeflügelter Exul**

Schmutzig bräunlichweiß bis gelblichweiß. Kopf, Ant., Extremitäten und Analregion bräunlich. Auf den letzten beiden Tergiten ein brauner Querstreif. Der ganze Körper gleichmäßig mit feinem Wachsstaub bedeckt. Die Stiele der Spatelborsten gelegentlich schwarz. Körper breitoval, flachgewölbt. Das Abd. oft mit seitlichen Randwülsten. Bei lebenden Tieren Cuticula mit gut wahrnehmbarer Netzstruktur. Auf den die einzelnen Felder begrenzenden Linien befinden sich die wachsausscheidenden Poren. Gestalt und Größe der Borsten schwankt außerordentlich stark (Abb. 16a—f). Es kommen gerade, + lange Spitzborsten, gerade oder leicht gebogene, am Ende löffelförmig gestaltete Borsten, winklig abgebogene und in ein großes Blatt mit unregelmäßig gezähntem Rand verbreiterte Spatelborsten und tief gespaltene Gabelborsten vor. (Verteilung dieser Borstentypen auf die einzelnen Varianten siehe Tab. 5). Die Borsten der Abd.-Tergite in 2—4 Querreihen,

lediglich Tergit 8,7 (manchmal 6) mit einreihig angeordneten Borsten. Die langen Borsten auf Tergit 8 (= Trophobioseorgan) sind an den Hinterrand gerückt und unterliegen dem jahreszeitlichen Längen- und Gestaltwechsel der sonstigen Borsten nicht. Ant. 4gl. oder (durch Teilung des Gl. III) 5gl., mit Spitz- oder Spatelborsten besetzt. Die beiden prim. Rhin. mit Wimperkranz (Abb. 16i). Das prox. Rhin. ist rundlich oder eiförmig und klein (Durchmesser etwa = 1/4 bis 1/5 des Gl.-Durchmessers). Das dist. Rhin. ist ein bis drei Mal so lang als breit (Länge etwa gleich dem dritten Teil des Gl.-Durchmessers). Es besitzt gewimperte Begleitrhin. Fazettenaugen fehlen. Rüssel reicht bis zum 2. Coxenpaar. Analregion (Abb. 16g, h): Die kleine, halbmondförmige Cauda mit ein bis zwei Reihen kurzer Borsten. Die Analöffnung liegt dorsal. Die große, fast rechteckige Analplatte mit zahlreichen (über 60) ungeordnet über die ganze Fläche verteilten Borsten, die gegen die Cauda hin an Größe abnehmen und näher zusammenstehen (Länge der Analborsten 0,015—0,055). Gonapophysen aus 2 großen sklerotisierten Höckern mit je 4—10 hakenartig gekrümmten Borsten bestehend.

*Abb. 16. Geoica utricularia* sensu Mordv. a—f Borstentypen des ad. Exul (a = Spitzborste, b = Gabelborste, c = löffelförmige Borste, d + e geschlitzte Spatelborsten, f = schuppenförmige Spatelborste); g ad. Exul. Abd.-Ende (Tergit 8, Cauda und Analplatte bei der Variante $C_2$ (Sommerform); h ad. Exul. Abd.-Ende bei der Variante $B_1$; i Ant.-Endgl. des ad. Exul; k Exul. Ant.-Endgl. der $L_1$; l Ant. des geflügelten virginoparen Exul; m Exul. Gonapophysen. Maßstäbe: Teilstriche bei a, b, c, d, e, f, m = 0,01 mm, g, h, i, k, l = 0,1 mm

| | | | 4gl. Ant. | 5gl. Ant. |
|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,55—2,24 | Ant.-Gl. I | 0,060—0,091 | 0,067—0,085 |
| Körperbr. | 1,06—1,40 | „ II | 0,080—0,086 | 0,067—0,091 |
| Rüssel | 0,45—0,62 | „ III | 0,190—0,230 | 0,103—0,150 |
| Ant. 4gl. | 0,42—0,51 | „ IV | 0,097—0,103 | 0,055—0,090 |
| Ant. 5gl. | 0,39—0,50 | „ V | — — | 0,097—0,103 |
| dorsale Spitzborsten: | | 0,025—0,086 | Sek. Rhin. fehlen. | |
| dorsale Spatelborsten: | | 0,025—0,030 | | |
| Marg.-Borsten: | | 0,030—0,120 | | |

**Exul, Erstlarve**

Blaßgelblich, Augen dunkelrot, schwach mit weißem Wachspuder bedeckt. Gestalt länglich-oval (Länge 1,16—1,26, Breite 0,52—0,69). Beborstung: Es kommen die gleichen Borstentypen vor wie bei den Ad. Spitzborstige Tiere mit nur je einer Borstenreihe pro Abd. Segm., Tiere mit Spatelborsten besitzen mitunter 2 Reihen pro Tergit. Das Analsternit mit etwa gleichlangen, locker verteilten Spitzenborsten. Ant. 4gl. Länge 0,37—0,39. Das prox. prim. Rhin. immer klein und rundlich bis rundlich-oval, das distale Rhin. oft etwas in die Länge gezogen (Abb. 16k). Rüssel 0,40 bis 0,41.

**Ad. geflügelter Exul (virginopar)**

Kopf, Thor. und Extremitäten schwarzbraun, Abd. blaßgrün, auf den Tergiten jeweils mit einem dunkelbraunen Querstreif. Analregion und Ventralseite des Abd. leicht mit Wachspuder bedeckt. Die Spatelborsten hellweißlich. Fl.-Geäder: V.-Fl.: Radialramus schwach gebogen, Media ungegabelt, distal und prox. frei endend. Die beiden Cu. mit gemeinsamem Ursprung, sie divergieren dist. stark.

H.-Fl.: Cu. 1 und 2 getrennt. Keine besonderen Cuticularstrukturen. Gegen den Thor. hin lösen sich die sklerotisierten Querbänder der Abd. Tergite mehr und mehr in kleine Skleritplättchen auf. Ant. 6gl. (Abb. 16b). Die Größe der rundlichen bis ovalen sek. Rhin. stark schwankend (von 1/3 bis zum vollen Betrag des Gl.-Durchmessers). Die beiden prim. Rhin. bewimpert, das prox. ist rundlich (Durchmesser = ca. 3/4 des

*Tabelle 5*

**Der Saisonpolymorphismus bei *G. utricularia* sens.** Mordv.

| Var. | Größe | Dorsalborsten Gestalt | Dorsalborsten Form | Größe | Subanalborsten Gestalt | Form | Name | Autor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0,025 — 0,086 | ± gerade | spitz | 0,015 — 0,055 | gerade | spitz | *G. pellucida* | Buckton (sens. Roberti 1939) |
| $B_1$ | » | » | teils spitz, teils löffelf. | » | » | » | — | — |
| $B_2$ | » | teils gerade, teils geknickt | teils löffelf., teils spatelf. | » | teils gerade, teils gebogen | » | — | — |
| $C_1$ | 0,025 — 0,030 | winklig geknickt | breit blattf. | » | » | » | *G. carnosa* | Buckton (sens. Roberti 1939) |
| $C_2$ | » | » | » » | 0,015 — 0,025 | winklig geknickt | z. T. spatelförmig | *G. utricularia* | Passerini (sens. Mordvilko 1927, 1935) |

Gl.-Durchmessers), das dist. ist querelliptisch (Länge = ca. 1/2 Gl.-Umfang), es besitzt ein paar bewimperte Begleitrhin. Analregion und Gonapophysen wie beim ungeflügelten Exul.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,85 | Ant.-Gl. | I 0,060 | Rhin. auf | |
| Körperbr. | 0,89 | „ | II 0,073 | | |
| V.-Fl. | 2,10 | „ | III 0,127 | III | 3 — 9 |
| Rüssel | 0,40 | „ | IV 0,085 | IV | 1 — 2 |
| Ant. | 0,54 | „ | V 0,085 | V | 0 — 1 + 1 |
| | | „ | VI 0,110 | VI | 0 + 1 |

### Zur Variabilität der Art

Die Varianten. In Tab. 5 werden die im Beobachtungsgebiet gefundenen Varianten aufgeführt. Beigefügt sind die Namen, mit denen diese Varianten im Schrifttum bezeichnet werden. Es sind nur die wichtigeren Zwischenformen berücksichtigt worden. Abb. 16a—f gibt die bei den einzelnen Varianten vorkommenden Borstentypen wieder.

Variantenumwandlung. Bereits Mordvilko (1935) und später Boerner (1952) weisen darauf hin, daß die Borstenform bei den einzelnen Generationen von *Geoica* wechseln kann[6]. Durch Zuchtversuche und durch Vergleich von Muttertier und Embryonen konnten diese Beobachtungen bestätigt werden. Berücksichtigt man der Übersicht halber die Zwischenformen nicht, dann wurden beim eigenen Material folgende Zuchtergebnisse erzielt:

| Muttertier | Tochtergeneration |
|---|---|
| 1. mit Spitzborsten | mit Spitzborsten |
| 2. „ „ | mit Spatelborsten |
| 3. mit Spatelborsten | mit Spatelborsten |
| 4. „ „ | einige Juv. mit Spatel-, andere mit Spitzborsten |
| 5. „ „ | mit Spitzborsten |

Während der Larvenentwicklung blieb der jeweilige Borstentyp konstant.

Jahreszeitliches Auftreten der Varianten. In der Tab. 6 sind — jeweils auf den Sammelmonat bezogen — die Varianten der eigenen *Geoica utricularia*-Funde und die der Sammlung Boerner eingetragen. Die Ziffern bezeichnen die Zahl der Funde, in denen die betreffende Variante beobachtet wurde. Das Auftreten geflügelter Formen ist mit + angedeutet.

*Tabelle 6*

**Jahreszeitliche Verteilung der Varianten von *Geoica utricularia* sensu Mordv.**

| Geflügelte: | | | | | | | +++ | | | | (+) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Var. | $C_2$ | 1 | | | 2 | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| „ | $C_1$ | | | 9 | 7 | 1 | | | | | 4 | 2 | 1 |
| „ | $B_2$ | | | 1 | 1 | 3 | 1 | | | | 2 | | |
| „ | $B_1$ | 1 | 2 | 5 | 3 | | | | | | 2 | | 2 |
| „ | A | 1 | | 13 | 3 | | | | 1 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| Monat: | | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |

[6] Herr D. Hille Ris Lambers beobachtete eine entsprechende Polymorphie auch bei *G. utricularia* sensu Roberti 1939 und bei der ostasiatischen *G. lucifuga* Zehntner (Hille Ris Lambers, brieflich).

Mit diesem Verteilungsbild stimmen die von anderen Autoren gegebenen Funddaten gut überein:

Theobald (1926) — englisches Material.

| Synonym | | Variante | Funddaten |
|---|---|---|---|
| *G. pellucida* | = | A | 25. 9. |
| *G. squamosa* | = | C | 25. 4., 26. 5. |
| *G. carnosa* | = | C | 17., 25. + 29. 4., 9. + 26. 6., 23. 12. |

Roberti (1939) – italienisches Material.

| Synonym | | Variante | Funddaten |
|---|---|---|---|
| *G. pellucida* | = | A | 25. 11. |
| *G. carnosa* | = | $C_1$ | März |

Mordvilko (1935) – russisches Material.

| | | | |
|---|---|---|---|
| *G. utricularia* | = | Var. $C_2$ | 29. 8. |

### Der Saisonpolymorphismus bei *G. utricularia* sens. Mordv.

Das jahreszeitlich beeinflußte Auftreten der einzelnen Varianten von *G. utricularia* wird als Saisonpolymorphismus gedeutet. Die spitzborstige Winterform (= Variante A) wurde bisher übereinstimmend von Januar bis April und von Ende August bis zum Dezember angetroffen. Von März an bilden die einzelnen Populationen in zunehmendem Maß Varianten mit Spatelborsten aus. Über die Zwischenformen $B_2$ und $C_1$ führt die Entwicklung zur „Sommerform" = $C_2$, die in den Monaten Mai bis August zahlenmäßig vorherrscht. Vom Oktober an nehmen die Zwischenformen und die Winterformen wieder zu, während die Sommervariante allmählich zurückgeht (ein vereinzelter Fund noch aus dem Januar). Ob auch die Varianten $C_1$ und $B_2$ den Sommer zu überdauern vermögen, oder ob sie sich im Herbst wieder erneut bilden und so zur Winterform A überleiten, ist noch ungewiß. Wie bei den anderen polymorphen Fordinen erscheint auch bei *G. utricularia* zugleich mit dem stärksten Auftreten der Sommervariante die geflügelte Form.

### Systematische Folgerungen

Es ist bei den untersuchten 80 Populationen nicht gelungen, innerhalb der großen, jahreszeitlich bedingten morphologischen Schwankungen bestimmte konstant bleibende Merkmale zu erfassen, die eine Aufgliederung des Materials in Untergruppen ermöglicht hätten. Demgegenüber konnten aber sämtliche aufgefundenen Varianten von *G. utricularia* sens. Mordv. von der ebenfalls Varianten ausbildenden Nachbarart *G. setulosa* Passerini unterschieden werden (Gestalt des prim. Rhin., Anordnung der Subanalborsten, Farbe der $L_1$). Die 80 untersuchten Populationen werden als Angehörige einer Art betrachtet.

Da die Gestalt der Borsten einen nur sehr beschränkten diagnostischen Wert besitzt und die übrigen Unterschiede des eigenen Materials gegenüber *G. carnosa* Buckton, 1883 (sensu Roberti, 1939, Subanalborstenlänge = 0,065) und *G. pellucida* Buckton, 1882 (sensu Roberti, 1939, Subanalborstenlänge = 0,08) infolge der bei dem eigenen Material beobachteten großen Variabilität der Borstenlänge nur geringfügig erscheinen, wird *G. carnosa* und *G. pellucida* für synonym mit *G. utricularia* sens. Mordv. gehalten.

### Biologie

Wirte (Exules). Im Gegensatz zu *Forda* saugt *Geoica* fast ausschließlich an den feinen Nebenwurzeln der Wirtspflanze und meist tief im Erdboden.

Wirte: *Agrostis tenuis, Alopecurus pratensis, Arrhenaterum elatius, Bromus sterilis, Calamagrostis* spec., *Corynephorus canescens, Deschampsia caespitosa, Festuca ovina, F. rubra, F. pratensis, Holcus lanatus, Lolium perenne, Nardus stricta, Phleum pratensis, Poa annua.*

Wirtsbindung. Übertragungsversuche innerhalb der Familie der Gramineen verliefen positiv. Eine Bindung an bestimmte Grasarten wurde nicht festgestellt.

Holozyklus und Parazyklus (vgl. die Anmerkung auf p. 140). Nach MORDVILKO, 1935, ist *Pistacia terebinthus* als Hauptwirt der holozyklischen Form zu betrachten. Für die Unterart *G. utricularia muticae* MORDV. (nur in der fundatrigenen Reihe von *G. utricularia* sens. MORDV. zu unterscheiden) wird *Pistacia mutica* als Hauptwirt genannt. Da eine Aufzucht der Emigrantennachkommen bis zum ad. Exul noch nicht durchgeführt wurde, sind noch keine endgültigen Aussagen über das Verhältnis von Holozyklus und Parazyklus möglich. Vor allem kann die Frage, ob mit der andauernden Anholozyklie der mitteleuropäischen Populationen morphologische Umwandlungen der Exules verknüpft sind, noch nicht sicher entschieden werden. Die Tatsache, daß im Mittelmeergebiet Formen auftreten (vgl. ROBERTI, 1939, MARTELLI, 1950 usw.), die mit den in Mitteleuropa gefundenen Varianten übereinstimmen, läßt vermuten, daß sich die mitteleuropäischen, obligatorisch anholozyklisch lebenden Populationen morphologisch kaum von der Stammform entfernt haben. Der Umstand, daß von den Gallengeflügelten ebenfalls eine gemischte Nachkommenschaft abgesetzt werden kann (MORDVILKO, 1935), zeigt, daß auch die Polymorphie der Beborstung keine im Gefolge der anholozyklischen Lebensweise aufgetretene Neuerwerbung darstellt, sondern daß diese morphologische Plastizität offenbar Haupt- und Nebenwirtsgenerationen gemeinsam ist. Da im Beobachtungsgebiet nur noch bei 30 % der während des entsprechenden Zeitraums untersuchten Populationen die Ausbildung von Geflügelten festgestellt werden konnte, ist anzunehmen, daß mit der anhaltenden Anholozyklie ein Rückgang in der Geflügeltenproduktion eingetreten ist. Geflügelte Sexupare wurden im Areal der anholozyklischen Form bislang nicht gefunden.

Jahreszyklus der Exules. Die überwinternden Tiere (Ad. und Juv.) wurden in Nestern von *Lasius flavus* und *Tetramorium caespitum* angetroffen. Bereits Anfang März konnten Populationen an freiwachsenden Gramineen beobachtet werden. In der Regel wurden die Ameisenbauten aber erst Mitte April verlassen. Um diese Zeit geht die zunächst vorherrschende spitzborstige Winterform stark zurück, um gegen Ende April ganz zu verschwinden. Statt dessen bilden die Kolonien über verschiedene Zwischenformen immer stärker die Sommerform aus. Diese stellt bereits im Juni den größten Anteil aller Tiere und herrscht im Juli und August völlig vor. Virginopare Geflügelte (in ca. 30 % der während des betreffenden Zeitabschnitts beobachteten Populationen) traten von Mitte bis Ende Juni auf. Ein einmaliger Fund einer Geflügelten in der Mitte des Oktobers scheint einen Ausnahmefall zu bilden. Vom September an wurden wieder die Zwischenformen und die Winterform gefunden. Diese nehmen gegen das Jahresende hin auf Kosten der Sommerform stetig zu. Mitte Oktober werden die Tiere in die Ameisenbauten zurückgebracht. Es wurden in diesen aber auch den ganzen Sommer über einzelne Vertreter von *G. utricularia* festgestellt. Während die Tiere an freiwachsenden Graswurzeln nicht allzu häufig zur Beobachtung gelangten, konnten sie im Winterhalbjahr in Ameisennestern jeder-

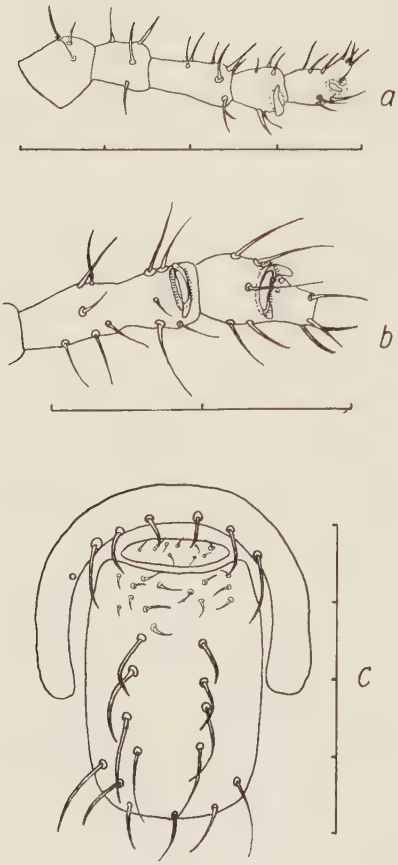



*Abb. 17. Geoica setulosa* Pass. a Ant. des ad. Exul; b Ant.-Endgl. der $L_1$ (Exul); c Analregion des ad. Exul (Tergit 8, Cauda und Analplatte). Maßstab: Teilstriche = 0,1 mm

zeit in großer Zahl gefunden werden. Ende Dezember wurden in einem einzigen *Lasius flavus*-Bau allein über 100 Tiere dieser Art angetroffen.

Beziehungen zu Ameisen. Die Formicophilie ist bei *G. utricularia* noch etwas stärker ausgebildet als bei den *Forda*-Arten (Vorkommen von Sommerpopulationen in Ameisenhaufen). Jedoch ist *G. utricularia*, wie Zuchtversuche zeigten, nicht unmittelbar auf Ameisen angewiesen. Folgende Ameisenarten wurden beim Besuch oder bei der Pflege von *G. utricularia* beobachtet: *Lasius flavus* (37 ×), *L. niger* (3 ×), *Tetramorium caespitum* (6 ×), *Solenopsis fugax* (1 ×). 77 % aller Populationen wurden zusammen mit Ameisen gefunden. Ein Trophobioseorgan ist entwickelt.

Parasiten und Räuber wurden nicht festgestellt.

Besiedelte Biotope. *Geoica utricularia* ist, wie schon die Liste der diese Aphidenart besuchenden Ameisen zeigt, etwas weniger eurytop als *Forda*. Die Tiere wurden in Fettwiesen, Magerrasen, in der Silbergrasflur und vereinzelt in Riedwiesen gefunden. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in Grasland auf trockenen, warmen Böden.

Fundorte: Mittelfränkisches Beken, Fränkischer Jura, Maingebiet, Pfälzer Bergland, Oberrheingebiet, Schwarzwald (bis ca. 700 m Meereshöhe), Schwäbisch-Bayrische Hochebene.

### Geoica setulosa Passerini 1860

Syn.: *Tychea setulosa* Passerini 1860, *Tycheoides setulosa* Theobald 1929, *Geoica herculanea* Mordvilko 1935.

Untersuchtes Material: 4 Präparate der Sammlung Boerner, 19 eigene Funde.

#### Ad. ungeflügelter Exul

Schmutzigweiß, Abd. bei Tieren mit Embryonen grünlichgrau. Kopf, Ant., P.-Thor. und Abd.-Ende ± gelblich-braun. Der ganze Körper mit feinem Wachsstaub bedeckt. Gestalt breitoval, flachgewölbt. Mit mehr oder weniger deutlichem seitlichen Randwulst. Cuticula wie bei *G. utricularia* mit Netzstruktur. Gestalt und Größe der Borsten schwankend. Es treten Spitzbor-

sten, löffelartig gestaltete Borsten und winklig geknickte, blattförmig erweiterte Spatelborsten auf. Jedes Tergit, mit Ausnahme der beiden letzten, mit mehreren Borstenreihen. Die Borsten auf Tergit 8 sind schwach gebogen und lang (= Trophobioseorgan). Ant. 4- oder 5-gl. (Abb. 17a). 4-gl. Ant. liegen vor, wenn die Einschnürung des Gl. III unterbleibt. Die prim. Rhin. mit Wimperkranz. Das prox. Rhin. ist im Gegensatz zu *G. utricularia* queroval, es besitzt ein lang ausgezogenes und halbmondförmig gekrümmtes Rhin.-Bläschen. Das dist. Rhin. umgreift als schmale Spange über die Hälfte des Gl.-Umfangs. Fazettenaugen fehlen, es sind nur Triommatidien entwikkelt. Rüssel kurz und breit, bis zum 2. Coxenpaar reichend. Analregion (Abb. 17c). Gestalt von Cauda und Analplatte wie bei *G. utricularia*. Die Analplatte trägt jedoch im Gegensatz zu jener Art nur 12 bis 16 große (0,07 bis 0,12) in 2 Längsreihen angeordnete Spitzborsten. Der analwärts gerichtete Rand der Platte ist mit kleinen, unregelmäßig gestellten Borsten besetzt. Als Gonapophysen sind 2 große, kaum sklerotisierte Höcker mit je 6—10 Borsten (0,040—0,050) entwickelt.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,60—2,60 | Ant.-Gl. | I | 0,073—0,091 | Sek. Rhin. |
| Körperbr. | 1,10—1,80 | „ | II | 0,067—0,086 | fehlen |
| Rüssel | 0,45—0,52 | „ | III | 0,091—0,109 | |
| Ant. | 0,38—0,44 | „ | IV | 0,060—0,067 | |
| | | „ | V | 0,086—0,091 | |
| Reihig angeordnete | | Analborsten | = | 0,07 —0,120 | |
| | | Dorsalborsten | = | 0,03 —0,07 | |

### Exul, Erstlarve

Blaß graugrün, Kopf, Ant., P.-Thor. und Extremitäten weißlich bis bräunlichgelb. Gestalt länglichoval. Körperl. = 0,90—1,20, Körperbr. = 0,45 bis 0,75. Borstentypen wie bei den Ad., jedoch nur eine Borstenreihe pro Tergit. Anordnung der Subanalborsten wie bei den Ad. Ant. 4-gl. (Abb. 17b). Die beiden prim. Rhin. umgreifen als schmale Spangen $^1/_2$—$^2/_3$ des Gl.-Umfangs. Rüssellänge = 0,33—0,49.

### Zur Variabilität der Art

Die Varianten. Wie bei *G. utricularia* lassen sich nach der Ausbildung der Dorsalbeborstung verschiedene Varianten unterscheiden. Variante A besitzt nur gerade Spitzborsten. Variante B trägt sowohl Spitz- als auch Spatelborsten. Variante C zeigt auf der Dorsalseite nur winklig abgebogene Spatelborsten.

Durch Zuchtversuche und Untersuchung von Muttertier und Embryo ließen sich folgende Variantenumwandlungen beobachten:

| | Muttertier | Tochtergeneration |
|---|---|---|
| 1. | Variante A | Variante A |
| 2. | Variante A | Variante B |
| 3. | Variante A | Variante C |
| 4. | Variante B | Variante A |

Während der Larvalentwicklung bleibt der jeweilige Borstentyp erhalten.

Das jahreszeitliche Auftreten der Varianten. Von dieser nicht häufigen Art konnten nur 19 Funde untersucht werden. Tab. 7 gibt die Häufigkeit der einzelnen Varianten für die Beobachtungsmonate wieder. Die Ziffern bezeichnen die Anzahl der Funde, in denen die betreffende Variante angetroffen wurde.

*Tabelle 7*

**Jahreszeitliche Verteilung der Varianten von *G. setulosa* Passerini**

| Variante | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | 1 | 2 | | 2 | |
| B | | | 2 | | | 1 |
| A | 1 | 5 | 2 | 1 | 3 | 7 |
| Monate: | I/II | III/IV | V/VI | VII/VIII | IX/X | XI/XII |

Die Variante A überwiegt zahlenmäßig, sie findet sich das ganze Jahr über. Die Variante C wurde nur von April bis Oktober angetroffen. Es scheint somit hier kein obligatorischer Wechsel zwischen Sommer- und Winterform vorzuliegen. Die Sommerform wird nur zusätzlich ausgebildet.

### Systematische Folgerungen

Da die Borstengestalt und -größe kein zuverlässiges diagnostisches Merkmal abgibt, wird *G. herculanea* Mordvilko (1935) hier nicht von *G. setulosa* Passerini 1860 (sensu Roberti, 1939) abgetrennt. Die von Boerner (1952) als Kriterium angegebene Gestalt des prox. Rhin. („bei *G. ‚herculanea'* bleibend schmal spangenförmig, bei *G. setulosa* im ad. Stadium ovales bis kreisrundes Rhin. wie bei *G. utricularia*") scheint nicht hinreichend für eine Artentrennung, da das eigene Material hinsichtlich dieses Merkmals eine gewisse Mittelstellung einnimmt: Das prox. Rhin. ad. Tiere ist deutlich breiter und kürzer als bei den Juv., aber im Vergleich zur ad. *G. utricularia* sens. Mordvilko immer noch stark in die Länge gezogen. Da sowohl *G. „herculanea"* als auch *G. setulosa* (Passerini) sensu Roberti (1939) die gleiche, von den übrigen *Geoica*-Vertretern auffallend abweichende Subanalbeborstung zeigt, schließt sich die vorliegende Arbeit der von Mordvilko (1935) bereits vollzogenen Synonymisierung (*G. herculanea* Mordvilko = *G. setulosa* Passerini) an, wobei aber im Gegensatz zu Mordvilko (1935) aus Prioritätsgründen der Name *G. setulosa* gewählt wird.

### Biologie

Wirte (Exules). Die Tiere saugen an den feinen Würzelchen von *Agrostis tenuis, A. alba, Alopecurus pratensis, Holcus lanatus, Festuca ovina.* Eine Bindung an bestimmte Gramineenarten wurde nicht festgestellt.

Holozykl. Stammform: Nicht bekannt. Roberti (1939) züchtete in Süditalien Mitte März geflügelte Sexupare[7].

Jahreszyklus der Exules. Überwinternde Tiere (Ad. und Juv.) wurden in Nestern von *Lasius flavus* gefunden. Anfang März konnte die erste Kolonie an freiwachsenden Wirten beobachtet werden. Von Ende April bis Mitte Oktober wurde neben der spitzborstigen Variante eine Spatelborsten tragende Sommerform angetroffen. Geflügelte Tiere wurden nicht ge-

[7] Es soll in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß neuerdings Herr Dr. G. Remaudière und Herr Dr. Davatchi im Iran auf *Pistacia khinjuk* eine *Geoica* gefunden haben, bei der die Emigrantennachkommenschaft (Embryonen) morphologisch der *G. setulosa* Pass. nahesteht. Herr Dr. G. Remaudière, dem ich auch an dieser Stelle für die Übersendung von fundatrigenen *Geoica*-Material danken möchte, ist geneigt, die von ihm auf *Pistacia khinjuk* festgestellten holozykl. *Geoica*-Populationen der bisher nur in ihren anholozykl. Generationen bekannt gewordenen Art *G. setulosa* Pass. zuzuordnen.

funden; sie werden auch in der Literatur nicht für das von der anholozykl. Form besiedelte Gebiet gemeldet. Der Rücktransport in die Ameisennester setzte im Beobachtungsgebiet Ende Oktober ein.

Beziehungen zu Ameisen. Folgende Ameisen wurden beim Besuch oder bei der Pflege von *G. setulosa* angetroffen: *Lasius flavus* (15×), *Tetramorium caespitum* (1×), *Myrmica ruginodis* (1×). Insgesamt wurden 90 % aller Populationen zusammen mit Ameisen angetroffen. In Zuchtversuchen konnte keine unmittelbare Abhängigkeit von Ameisen festgestellt werden. *G. setulosa* ist eine ausgesprochene formicophile Art.

Parasiten und Räuber wurden nicht gefunden.

Besiedelte Biotope. *G. setulosa* ist weniger eurytop als *G. utricularia*. Die Art wurde in mäßig feuchten Fettwiesen, in Magerrasen und vereinzelt in Trockenrasen gesammelt.

Fundorte: Diese nicht häufige Art war für Mitteleuropa bisher nur aus Naumburg bekannt (Boerner, 1952). Eigene Funde: Mittelfränkisches Bekken, Fränkischer Jura, Oberrheingebiet (Kaiserstuhl), Bayrische Hochebene.

### Trib. Fordini Boerner

Diagnose für die virginogenen Formen: Ungeflügelte ohne Wachsdrüsengruppen, prim. Rhin. ohne Wimperkranz. Borsten der $L_1$ nicht in spin., pleur. und marg. Längsreihen angeordnet, sondern dicht über den ganzen Rücken verteilt. Larvale Ant. ohne Einschnürung. Tarsen 2-gl. Ohne Siphonen. Analöffnung meist nicht dorsal verschoben. In der Regel nur mit Spitzborsten. Sek. Rhinarien der Geflügelten rundlich. Gonapophysen 2höckerig, oft undeutlich.

Fundatrix und Fundatrigenien an *Pistacia* in Randfaltengallen der Fiederblätter. Die holozykl. Populationen im Mittel- und Schwarzmeergebiet verbreitet. Die mitteleuropäischen Formen anholozykl., vorwiegend an Gramineenwurzeln.

#### Bestimmungsschlüssel für die Exules der mitteleuropäischen Gattungen und Arten

1 (10) Ant. der $L_1$ 5-gl., Körper der Ad. ohne Wachspuder. Ant.-Gl. III der Ad. etwa doppelt so lang wie Gl. II.

2 (3) Ant. der Ad. 6-gl. Große (2,40—3,20), schmutzig weiße oder bräunliche Tiere. Cuticula des ganzen Körpers mit polygonaler Felderung. Analborsten nicht länger als die übrigen Adb.-Borsten.
. . . Gen. *Paracletus* v. Heyd.
*P. cimiciformis* v. Heyd.

3 (2) Ant. der Ad. 5-gl., Ad. grünlich oder gelblich. Höchstens Cuticula des Kopfes und P.-Thor. mit Netzstruktur. Analborsten meist länger als die übrigen Abd.-Borsten. . . . Gen. *Forda* v. Heyd.

4 (5) Ant.-Gl. V mit sehr großem ovalen prim. Rhin., das mehr als die Hälfte des Gl.-Umfangs umfaßt und in der Breite oft den Gl.-Durchmesser erreicht. Cuticula des Kopfes bei Ungeflügelten mit zahlreichen sehr kleinen Körnchen. Ad. Ungeflügelte in der Regel grünlich. . . . *Forda*, Subgen. *Forda* s. str. Mordv.
*F. formicaria* v. Heyd.

5 (4) Ant.-Gl. V mit rundlichem Rhin., dieses nicht oder kaum größer als das prim. Rhin. auf IV. Ungeflügelte meist ockerfarben.
. . . *Forda,* Subgen. *Pentaphis* Horv.

6 (9) Tiere auf dem Kopf und P.-Thor. mit kleinen Dörnchen und Leisten, die oft den Eindruck einer 6eckigen Felderung hervorrufen. Körperfarbe meist bräunlich. H.-Tarsus II (Länge = 0,120—0,170) meist nur 3mal so lang als H.-Tarsus I.

7 (8) Rüssel der Ad. relativ kurz (0,58—1,00), Rüssel der $L_1$ (= 0,50—0,80) bis zum 5. oder 6. Abd.-Sternit reichend. Rhin. der Geflügelten auf Gl. III in ein bis zwei Reihen angeordnet, Gl. III mit ca. 10—20 sek. Rhin.
. . . *F. (P.) marginata* Koch

8 (7) Rüssel der Ad. relativ lang (= 0,98—1,40), Rüssel der $L_1$ (= 0,80 bis 1,10) bis zum Abd.-Ende reichend. Rhin. der Geflügelten auf Gl. III in 2—3 Reihen, auf Ant.-Gl. III ca. 40 Rhin. Tiere monophag auf *Dactylis glomerata.*
. . . *F. (P.) dactylidis* Boerner

9 (6) Cuticula des Scheitels und P.-Thor. glatt, ohne Chitinleisten und Dörnchen. Körperfarbe oliv- bis apfelgrün. Ant. auch bei den Ad. mit langen (= 0,01—0,05), dichtgestellten Borsten. H.-Tarsus II (= Länge: 0,195—0,220) etwa 4mal so lang wie H.-Tarsus I.
. . . *F. (P.) skorkini* Mordv.

10 (1) Ant. der $L_1$ 4-gl. Die ersten 2 Ant.-Gl. auffallend groß. Gl. II etwa so lang oder länger als Gl. III. Körper mit Wachspuder. Körperbeborstung dicht und gleichmäßig.
. . . . Gen. *Smynthurodes* Westw.
*S. betae* Westw.

### Gen. Paracletus v. Heyden 1837

Typ. auct.: *P. cimiciformis* v. Heyden 1837.

Diagnose für ungeflügelte Virginogenien: Prim. Rhin. ungewimpert, Ant. bei den $L_1$ 5-gl., bei den Ad. 6-gl. Körper mit netzartiger Cuticularstruktur. Analborsten nicht länger als die restliche Körperbeborstung.

### Paracletus cimiciformis v. Heyden 1837

Syn.: *Pemphigus pallidus* Derbès 1869 (= gallenbildende holozykl. Form), *Paracletus portshinskyi* Mordvilko 1921.

Untersuchtes Material: 2 Präparate der Sammlung Boerner, 12 eigene Funde.

#### Ad. ungeflügelter Exul

Schmutzig gelblichweiß, ältere Tiere bräunlich. Kopf, P.-Thor. und Analregion bräunlich. Saugende Tiere besitzen eine ovale, etwas gewölbte Gestalt. Tiere, die längere Zeit keine Nahrung aufgenommen haben, weisen einen flachen Rücken und einen scharf ausgeprägten seitlichen Randwulst auf. Die Cuticula des ganzen Körpers zeigt eine auffällige polygonale Felderung mit erhabenen Leisten. Auf dem Abd. jederseits 2 Reihen segm. angeordneter

Muskelplättchen. Der ganze Körper dicht mit kurzen (0,03—0,05) Borsten besetzt. Ant. 6-gl., dicht beborstet. Die beiden Endgl. mit je einem unbewimperten prim. Rhin., das dist. Rhin. mit einer Reihe von Begleitrhin. Neben den Triommatidien können Fazettenaugen auftreten. Rüssel lang und schlank, das 3. Coxenpaar deutlich überragend. Analregion: Tergit 8, Cauda, Anal- und Genitalplatte sind schwach sklerotisiert. Die Analborsten entsprechen in ihrer Länge den Abd.-Borsten, sie sind indessen dichter gestellt. Als Gonapophysen sind 2 flache undeutliche Höckerchen mit je etwa 8 Borsten ausgebildet.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 2,40—3,20 | Ant.-Gl. | I | 0,110—0,120 | Sek. Rhin. |
| Körperbr. | 1,60—2,15 | „ | II | 0,115—0,120 | fehlen |
| Rüssel | 0,97—1,10 | „ | III | 0,180—0,255 | |
| Ant. | 0,93—1,10 | „ | IV | 0,165—0,206 | |
| | | „ | V | 0,152—0,195 | |
| | | „ | VI | 0,170—0,195 | |

**Exul, Erstlarve**

Entweder weißlich oder (Larven, die sich zu Geflügelten entwickeln?) grünlich. Körperl. ca. 1,35. Körperbr. ca. 0,4. Rüssel 0,75. Cuticula wie bei den Ad. ausgebildet. Ant. 5-gl. Rüssel das 3. Coxenpaar überragend.

**Zur Variabilität der Art**

In einem Teil der Literatur (Mordvilko 1921, Tullgren 1925, Theobald 1929, Roberti 1939) werden 2 *Paracletus*-Arten angeführt: *P. portshinskyi* Mordvilko 1921 (mit Fazettenaugen) und *P. cimiciformis* Heyden sensu Mordvilko 1921 (nur Triommatidien). Schuhmacher (1923) hält die beiden „Arten" für geographische Rassen. Im Beobachtungsgebiet wurden im November und Anfang März neben Tieren mit Fazettenaugen auch solche gefunden, die nur Triommatidien besaßen; während der übrigen Beobachtungsmonate (Mai, Juni, August, September, Oktober) wurden nur Tiere mit Fazettenaugen beobachtet. Von den 2 Präparaten der Sammlung Boerner besitzen die am 2. 4. gesammelten Tiere nur Triommatidien, der Fund vom 1. 5. dagegen weist Fazettenaugen auf. Es kann daher gefolgert werden, daß Besitz und Fehlen der Fazettenaugen eine Saisonerscheinung darstellt. *P. portshinskyi* ist synonym mit *P. cimiciformis*.

**Biologie**

Wirte und Wirtsbindung (Exules). An den Wurzeln folgender Wirte wurde *Paracletus* beobachtet: *Agrostis tenuis, Brachypodium pinnatum, Dactylis glomerata, Festuca rubra, F. ovina, Koeleria gracilis, Lolium perenne, Nardus stricta, Sesleria coerulea, Poa pratensis.* Es liegt keine Bindung an bestimmte Gramineenarten vor.

Holozyklus und Parazyklus. Die holozykl., von Derbès als *Pemphigus pallidus* beschriebene Form besiedelt als Hauptwirt *Pistacia terebinthus*, wo sie an den Blättern Randfaltengallen hervorruft. Die im Areal der anholozykl. Form gefundenen Exules unterscheiden sich morphologisch nicht von der im Mittelmeergebiet lebenden Stammform (vgl. Mordvilko 1935). Geflügelte Tiere wurden in Mitteleuropa öfters angetroffen, konnten aber im Beobachtungsgebiet nicht gefunden werden. Sexupare Geflügelte sind aus dem von der parazyklischen Form besiedelten Gebiet nicht mehr bekannt geworden.

Jahreszyklus der Exules. Im Gegensatz zu allen anderen im Verlauf der Arbeit untersuchten Wurzelläusen verließen die *Paracletus*-Populationen im Beobachtungsgebiet — mit einer einzigen Ausnahme — das ganze Jahr über die Ameisenbauten nicht, oder sie wurden nur an Graswurzeln in der allernächsten Umgebung der Nester angetroffen. Es überwintern vorwiegend ad. Tiere. Die Zahl der in den einzelnen Nestern gefundenen Individuen wechselt stark, in einigen Fällen wurden weit über 100 Tiere beobachtet. Ende Juni treten in den Kolonien geflügelte Formen auf (nach SCHUHMACHER 1923, TULLGREN 1925).

Im Beobachtungsgebiet wurden vom Juli an neben den normalen weißlichen $L_1$ auch olivgrüne Larven angetroffen. Ihr weiteres Schicksal konnte nicht geklärt werden, da die Zuchtversuche mißlangen. Ebenso können noch keine Angaben darüber gemacht werden, in welchem Verhältnis zueinander die rundlichen, saugenden, gelbweißen Formen und die bräunlichen, mit scharf ausgeprägtem Seitenwulst versehenen, stets nur in den Gängen der Nester, aber nie saugend angetroffenen Formen stehen.

Von Juni bis November wurde ein Teil der Tiere in unmittelbarer Nachbarschaft der Nester an Graswurzeln saugend gefunden. Das ganze Jahr über findet man daneben zahlreiche, durch bräunliche Färbung, flache Gestalt und sehr deutlichen Seitenwulst gekennzeichnete Tiere im Innern der Nester. Diese Tiere vermögen im Gegensatz zu den saugenden nur wenig Honigtau abzugeben, sie werden dessenungeachtet von den Wirtsameisen ausgiebig beleckt[8]. Die von ADLERZ (1913) gemachte Beobachtung, daß die Ameisen bisweilen die Rüsselspitze von auf dem Rücken liegenden Läusen zwischen die Mandibeln nehmen, kann bestätigt werden. ADLERZ deutet dieses Verhalten als einen Fütterungsakt. Es gelang ihm, mit Ameisen zusammengehaltene Tiere ohne Wirtspflanzen von Mitte Juni bis Anfang September am Leben zu erhalten. Die von ADLERZ gegebene Deutung gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß in eigenen Versuchen gefunden wurde, daß *Paracletus* Flüssigkeiten direkt aufnehmen kann. In trockener Umgebung gehaltene Tiere wurden einer längeren Hungerperiode ausgesetzt. Nachdem das Erdreich wieder kräftig angefeuchtet worden war, wuchs das Volumen der Tiere infolge Wasseraufnahme um das Doppelte an. Eine Möglichkeit zum Saugen an Wirtspflanzen oder zur Fütterung durch Ameisen bestand bei den Versuchstieren nicht.

Bindung an Ameisen. Über längere Zeit hin konnte Paracletus im Zuchtversuch nur mit Ameisen gehalten werden. Im Beobachtungsgebiet wurde die Art lediglich ein einziges Mal ohne Ameisenbetreuung gefunden. Bei der kleinen (ca. 10 Tiere), Mitte November an *Poa pratensis*-Wurzeln gefundenen Kolonie handelte es sich vermutlich um die Nachkommenschaft geflügelter Tiere. Übereinstimmend mit MORDVILKO (1935), SCHUHMACHER (1923), ADLERZ (1913), SCHMIDT (1952) und weiteren Autoren wird *Paracletus cimiciformis* als formicobionte Art aufgefaßt (Definition Teil IV, 4. Abschn.). Sämtliche eigenen Funde stammen aus Nestern von *Tetramorium caespitum*. Da auch in der Literatur diese Art stets in erster Linie als

[8] Im Gegensatz zu TULLGREN (1925) konnte beobachtet werden, daß von den Ameisen häufig beleckte Tiere kleine Mengen von Honigtau ausschieden, der von den Caudalborsten festgehalten wurde. Die Ameisen nahmen diesen Honigtau aber erst nach längerem Zögern auf.

Ein „Melken" (=Betrillern der Analpartie) wie es gegenüber formicophilen Wurzelläusen üblich ist, wurde nicht festgestellt.

Wirtsameise angeführt wird, scheint eine besonders enge Bindung an sie vorzuliegen.

Parasiten und Räuber wurden nicht gefunden.

Besiedelte Biotope. Die nicht häufige, aber in einzelnen *Tetramorium*-Nestern massenhaft auftretende Art ist xerophil und thermophil. Sie wurde in steinigen Magerrasen, Steppenheidegesellschaften und vegetationsarmen Sanddünen gefunden.

Fundorte: *Paracletus* ist weitverbreitet. Eigene Funde aus dem mittelfränkischen Becken, dem Fränkischen Jura, dem Pfälzer Bergland und dem Oberrheingebiet (Kaiserstuhl).

### Gen. Forda v. Heyden 1837

Typ. auct.: *F. formicaria* v. Heyden 1837.

Diagnose für die virginogenen Formen: Ant. bei Larven, ungeflügelten und geflügelten Ad. 5gl. Ant. Gl. III ist länger als die übrigen. Cuticula höchstens auf Kopf und Thor. mit Netzstruktur. Die Analborsten bilden ein Trophobioseorgan.

### Subgen. Forda s. str. Mordvilko 1935

Typ. auct.: *F. formicaria* v. Heyden 1837.

Syn.: *Rhizoterus* Hartig 1841 (Typ. auct. = *Rh. vacca* Hartig = *F. formicaria* v. Heyden). *Schoutedenia* Mordvilko 1921 (Typ. auct. = *Geoica cyperi* Schouteden 1902), non Rübsamen. *Schoutedenom* (errore pro *Schoutedenum*) Mordvilko 1929 (Typ. = *Schoutedenia*). *Neoschoutedenia* Mordvilko 1929 (Typ. = *Schoutedenia*). *Fordona* Mordvilko 1935 (Typ. auct. = *F. italica* Mordvilko 1935). *Tychea* Koch 1856 (Typ. Wilson 1910 = *T. graminis* Koch 1856), non Passerini 1860.

Diagnose: Ant.-Gl. mit sehr großem ovalen prim. Rhin., das mehr als die Hälfte des Gl.-Umfanges umfaßt und in der Breite oft den Gl.-Durchmesser erreicht.

### Forda formicaria v. Heyden 1837

Syn.: *Rhizoterus* Hartig 1841. *Pemphigus semilunaria* Passerini 1856. *Forda viridiana* Buckton 1883. *Forda cyperi* (Schouteden 1902), Boerner 1952[9]. Die als besondere Unterarten oder Formen beschriebenen *F. formicaria* subsp. *viridis* Mordvilko 1935, *Neoschoutedenia viridis* Mordvilko 1921, *F. formicaria* forma *meridionalis* Mordvilko 1935 (von Boerner 1952 als eigene Art angeführt[10], *F. formicaria* subsp. *intermixta* Boerner 1952

[9] 3 Präparate der Sammlung Boerner, die entweder als *Forda cyperi* bezeichnet sind oder von *Carex*-Wurzeln stammen und somit nach Boerner 1952 zu *F. cyperi* zu stellen sind, stimmen morphologisch völlig mit der kurzborstigen Variante von *F. formicaria* überein.

[10] Ein Präparat der Sammlung Boerner, das als *F. formicaria meridionalis* bezeichnet ist (mit geflügelten und ungeflügelten Tieren) stimmt morphologisch mit *F. formicaria* überein; die von Boerner (1952) angegebene Diagnose (= bei Ungeflügelten Gl. V kürzer als Gl. IV) trifft nur bei einem Teil der Tiere des Präparates zu.

und subsp. *subnuda* Boerner 1952 werden hier als Synonym der Nominatform aufgefaßt.

Untersuchtes Material: 23 Präparate der Sammlung Boerner, 113 eigene Funde.

**Ad. ungeflügelter Exul**

Dunkelgrün bis bleich weißlichgrün, oft mit bläulichem Farbeinschlag. Manche Tiere olivgrün bis bräunlich. Cauda oft schwach weißlich bepudert. Gestalt oval bis breitspindelförmig, hochgewölbt. Cuticularstrukturen: Der Kopf, vor allem auf dem Scheitel, mit zahlreichen sehr kleinen, teils unregelmäßig verstreuten, teils reihig angeordneten Körnchen. Beborstung stark schwankend. Langborstige Variante: Borsten auf dem ganzen Körper gerade, spitz endend und lang (0,05—0,10). Kurzborstige Variante: Borsten gebogen, stumpf oder spatelförmig endend, kurz (0,012—0,020). Dazwischen zahlreiche Übergangsformen. Gelegentlich treten längere Borsten mit spatelförmigem Ende auf. Ant. 5gl. Auf Glied IV ein rundes prim. Rhin. (Durchmesser etwa = Gl.-Radius); Gl. V mit sehr großem ovalen Rhin. (über die Hälfte des Gl.-Umfanges umgreifend und in der Breite oft den Gl.-Durchmesser erreichend); Gl. III ist in der Regel länger als IV und V zusammen. Nur Triommatidien vorhanden. Rüssel kräftig, dicht beborstet, das Hintercoxenpaar überragend. Analregion: Cauda und Analplatte sklerotisiert, ebenso, wenn auch manchmal schwächer, die Genitalplatte und Tergit 7 und 8. Die Cauda und das Analsegment, in schwächerem Grad auch Genitalplatte und Tergit 8 mit dichtgestellten langen Borsten, die als Trophobioseorgan dem allgemeinen Längen- und Gestaltswechsel des übrigen Borstenkleides nicht unterworfen sind.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,90—3,30 | Ant. Gl. | I | 0,073—0,120 | Sek. Rhin. |
| Rüssel | 0,62—1,40 | „ | II | 0,080—0,157 | fehlen |
| Ant. | 0,65—1,17 | „ | III | 0,240—0,520 | |
| | | „ | IV | 0,110—0,230 | |
| | | „ | V | 0,120—0,230 | |

**Exul, Erstlarve**

Grünlich, Gestalt langgestreckt. Cuticula, Beborstung, Ant. und Rhin. wie bei den Ad. Der Rüssel überragt das hintere Coxenpaar, er reicht bis zum 3. oder 4. Abd. Segm.

**Ad. geflügelter Exul (sexupar)**

Kopf, P.-Thor. und Extremitäten schwarzbraun bis gelblich braun. Abd. grünlich. Jedes Abd.-Tergit mit einem schmalen sklerotisierten braunen Querstreif. Auf Tergit 1 und 2 sind diese Streifen nur in der Mitte ausgebildet, weiter gegen die Cauda hin nehmen sie die ganze Abd.-Breite ein. In der Mitte des Ms.-Thor. befindet sich ein ovales, nicht sklerotisiertes Feld.

Die Tergitstreifen mit quer ausgezogener Felderung. Drüsenporen fehlen. Flügelgeäder wie bei *F. marginata* Koch. Beborstung: Ventralseite des Abd., Analregion, Beine und Ant. dicht mit Borsten besetzt, sonst nur spärlich verteilte kleine Börstchen. Ant. 5gl., mit Borsten (0,030—0,040) besetzt. Sek. Rhin. auf III klein und rundlich, im basalen Teil zu zweit oder dritt in einer Querreihe. Sek. Rhin. auf IV oval (Länge teilweise gleich dem Gl.-Durchmesser). Die großen und ovalen prim. Rhin. umgreifen über die Hälfte des

*Tabelle 8*

**Varianten der Art** *Forda formicaria* V. HEYD
(Längenmaße in $^1/_{1000}$ mm)

| Typ | Form | Kopfborsten-Ende | Länge | Form | Abd.-Borsten-Ende | Länge | Benennung | Autor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | gerade | spitz | 50—100 | gerade | spitz | 50—100 | *F. formic. viridis*<br>*F. formic. formicaria* | MORDVILKO 1935,<br>BOERNER 1952 |
| 2 | » | » | 35—60 | » | » | 35—60 | — | — |
| 3 | » | » | 35—45 | » | » | 15—70 | *F. formic. intermixta* | BOERNER 1952 |
| 4 | » | teilw. spatelf. | 35—45 | » | teilw. spatelf. | 12—35 | *F. formic. intermixta* | BOERNER 1952 |
| 5 | » | spitz | 60—75 | » | » | 12—25 | *F. formic. subnuda*<br>*F. form.? meridiomalis* | BOERNER 1952<br>MORDVILKO 1935 |
| 6 | gekrümmt | teilw. spatelf. | 30—35 | gekrümmt | spitz | 25—35 | *F. viridiana* | BUCKTON 1882 |
| 7 | » | » | 25—35 | » | teilw. spatelf. | 20—25 | *F. formic. subnuda* | BOERNER 1952 |
| 8 | » | » | 12—15 | » | » | 12—15 | *F. formic. subnuda* | BOERNER 1952 |

Gl.-Umfanges. Gonapophysen: 2 kaum sklerotisierte Höckerchen mit je 3—4 kräftigen, etwas gekrümmten Borsten.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 2,80 | Ant.-Gl. | I 0,080 | Rhin. auf |
| Körperbr. | 1,35 | „ | II 0,090 | |
| V.-Fl. | 3,55 | „ | III 0,520 | III 41—42 |
| Rüssel | 0,98 | „ | IV 0,180 | IV 1— 2 + 1 |
| H.-Tibia | 1,12 | „ | V 0,180 | V 0 + 1 |
| Ant. | 1,05 | | | |

### Amphigones Weibchen (Embryo)

Körper langgestreckt, klein (ca. 0,8—0,85), fast ohne Borsten. Ant. 4gl., kurz (0,12). Das prox. Rhin. rund, sehr klein, das dist. oval, ebenfalls klein. Rüssel fehlt. Beine sehr kurz. Die Tibia höchstens doppelt so lang wie die kräftig entwickelten Tarsen. Krallborste gekrümmt, lang, die Klaue überragend.

### Zur morphologischen Variabilität der Art

Die Varianten. Um die von Boerner (1952) gestellte Frage, ob die Unterarten von *Forda formicaria* in sich konstant seien, zu klären, wurden rund 500 Tiere aus 113 Populationen untersucht. Das Material ist im süddeutschen Raum in verschiedenen Biotopen und zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt worden.

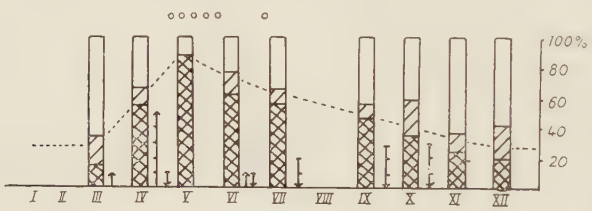



*Abb. 18.* Variantenumwandlungen bei *Forda formicaria* V. Heyd. Balken: Prozentuales Häufigkeitsverhältnis der drei Hauptvarianten während der Beobachtungsmonate. Typ 1.2 = weiß, Typ 3.4 = einfach schraffiert, Typ 7.8 = doppelt schraffiert. Pfeile: Fälle eine unmittelbar beobachteten Variantenumwandlung innerhalb einer Population. Pfeil nach oben = Umwandlung zu Typ 7,8, Pfeil nach unten = Umwandlung zu 1.2. Teilstriche = Anzahl der Populationen, in denen eine Umwandlung beobachtet wurde. Kreise: Erscheinen virginoparer und sexuparer Geflügelter

Die Tab. 8 bringt die gefundenen Haupttypen mit den ihnen von den einzelnen Autoren gegebenen Benennungen. Zwischen den einzelnen Typen finden sich mannigfache Übergänge.

Variantenumwandlungen. Schon das in Fig. 18 dargestellte wechselnde Häufigkeitsverhältnis der langborstigen, kurzborstigen und gemischt lang-kurzborstigen Formen legt den Gedanken an eine jahreszeitliche Veränderlichkeit von Borstenlänge und Form nahe. Unmittelbar nachweisen ließen sich diese Umwandlungen bei 17 Populationen. Da bereits die reifen Embryonen das für die jeweilige Variante kennzeichnende Borstenkleid tragen, können diese Umwandlungen auch ohne Zuchtversuch festgestellt werden. In einem Fall besaß eine kurzborstige Virgo sowohl kurzborstige als auch langborstige Embryonen.

Einfluß von Biotop und Fundort. Fig. 18 wurde unter Verwertung sämtlicher Funde ausgearbeitet. Greift man die Populationen bestimmter Biotope und Fundorte heraus und vergleicht sie miteinander, dann ergeben sich gewisse Abweichungen:

Der mäßig feucht-warme Wiesenbiotop nimmt eine vermittelnde Stel-

*Tabelle 9*

**Einfluß des Biotops auf die Variantenbildung bei *F. formicaria***

| Biotop | Fundort | Material | Typ 1,2 (langborst.) | Typ 3,4 (gemischt) | Typ 7,8 (kurzborstig) |
|---|---|---|---|---|---|
| Trockenrasen, Steppenheide, Felsheide | fr. Jura, Kaiserstuhl | 16 Funde Monate: III, IV, VI, VII, IX, X. | 25 % | — | 75 % |
| Fettwiesen u. Unkrautgesellsch. auf mäßig feuchten, warmen Böden | mittelfr. Becken, bayr. Hochebene. usw. | 59 Funde Monate: II, III, IV, VI, VII, IX, X, XI, XII. | 40 % | 19 % | 41 % |
| Riedwiesen, Magerrasen auf wechselfeuchten Böden | mittelfr. Becken, bayr. Hochebene | 12 Funde Monate: III, IV, VI, X, XI. | 72 % | 11 % | 17 % |

(Die Sammelmonate der 3 Gruppen stimmen nicht genau überein. Möglicherweise sind die Unterschiede in der Variantenzusammensetzung des trockenwarmen und des kühlfeuchten Biotopes in der Tabelle etwas zu kraß.)

lung ein und dürfte etwa die in Abb. 18 dargestellten Verhältnisse aufweisen. Demgegenüber zeigen die trocken-heißen Biotope ein starkes Überwiegen der kurzborstigen Formen, während in kühl-feuchten Biotopen die langborstige Variante stärker vertreten ist.

Ob die in Tab. 9 dargestellten Abweichungen im Häufigkeitsverhältnis der 3 wichtigsten Typen durch die längere Dauer einer Variante auf Kosten einer anderen zustandekommen, oder dadurch, daß ein Teil der Varianten sich nicht umwandelt, kann noch nicht entschieden werden.

Variabilität der Längenmaße: Die Körper-, Rüssel- und Ant.-Länge liegt bei den langborstigen Tieren durchschnittlich höher als bei den kurzborstigen: Bei 39 ad. langborstigen Tieren betrugen die Mittelwerte der Körperl. = 2,70, der Antl. = 0,98, der Rüssell. = 1,20, während bei 48 ad. kurzborstigen Tieren die betreffenden Mittelwerte 2,45, 0,84, 1,12 betrugen. Beide Gruppen fallen indessen noch in den selben morphologischen Schwankungsbereich.

### Der Polymorphismus bei Forda formicaria (Zusammenfassung)

Die von Boerner (1952) als Unterarten beschriebenen Formen *(F. f. formicaria, intermixta* und *subnuda)* stellen wechselseitig umwandelbare Varianten dar.

Vom März bis zum Mai wächst der Anteil der kurzborstigen Form rasch von etwa 15 % auf ca. 90 %, um dann allmählich wieder abzusinken. Dabei überwiegen in warmen, trockenen Biotopen die kurzborstigen, in kühlen, feuchten Biotopen die langborstigen Populationen.

Der höchste Anteil an kurzborstigen Tieren fällt zeitlich mit dem Auftreten virgino- und sexuparer Geflügelter zusammen (Mitte Mai bis Anfang Juni). Die Längenmaße sind bei kurzborstigen Tieren durschnittlich etwas geringer als bei langborstigen. Es läßt sich somit ein periodischer, jahreszeitlicher geprägter und durch die besiedelten Biotope bis zu einem gewissen Grad beein-

flußter Polymorphismus[11] feststellen, dem der Großteil der Populationen unterworfen ist. Dieselben Faktoren, die die Bildung der kurzborstigen Form begünstigen, wirken offenbar auch beim Entstehen der geflügelten Tiere mit.

### Biologie

Wirte und Wirtsbindung (Exules). *Forda formicaria* wurde im Beobachtungsgebiet an den Ausläufern, dem Halmgrund, Wurzelhals und — seltener — unmittelbar an den Wurzeln folgender Wirte gefunden: Gramineaceen: *Agropyrum repens* (8×); *Agrostis tenuis* (3×); *Apera spica-venti* (1×); *Arrhenatherum elatius* (5×); *Briza media* (1×); *Bromus erectus* (1×); *B. ramosus* (1×); *Calamagrostis canescens* (1×); *Corynephorus canescens* (2×); *Dactylis glomerata* (7×); *Deschampsia caespitosa* (1×); *Elymus europaeus* (1×); *Festuca ovina* (4×); *F. rubra* (2×); *F. glauca* (1×); *Holcus lanatus* (1×); *Koeleria pyramidata* (1×); *Lolium perenne* (1×); *Milium effusum* (1×); *Molinia coerulea* (1×); *Nardus stricta* (3×); *Poa nemoralis* (1×); *P. pratensis* (6×); *Phleum pratense* (1×); *Sieglingia decumbens* (1×); *Trisetum flavescens* (1×); *Triticum vulgare* (1×). Cyperaceen: *Carex ferruginea* (1×); *Carex* spec (3×). Juncaceen: *Luzula silvatica* (1×).

Innerhalb der Familie der Gramineen ließen sich die Tiere mühelos auf andere Wirte übertragen.

Morphologisch gehören die auf *Carex* und *Luzula* gefundenen Tiere eindeutig zu *F. formicaria*. Eine wirtsbedingte morphologische Spezialisierung wurde nicht gefunden. Die Frage, ob die an Cyperaceen und Juncaceen gesammelten Populationen wirtsmäßig gebunden sind, kann noch nicht beantwortet werden. Ein Übertragungsversuch von hochalpinen Tieren von *Carex ferruginea* auf *Agropyrum repens* gelang nicht.

Holozyklus und Parazyklus. Die holozykl. Stammform, bekannt als *Forda semilunaria* Passerini, bildet in Südeuropa auf *Pistacia terebinthus* blasenförmige Blattgallen (Mordvilko 1928b, 1935). Die sich von dieser Form ableitenden mitteleuropäischen anholozykl. Populationen gleichen der Stammform morphologisch vollständig. Dies zeigte der Vergleich des eigenen Exulesmaterials mit Mordvilkos (1935) Beschreibungen und Abb. 3 Präparate mit gezüchteten Virginogenien von *Forda semilunaria* (Sammlung Boerner) zeigten eine völlige Übereinstimmung zwischen der Emigrantennachkommenschaft und den anholozykl. Exulespopulationen des Beobachtungsgebietes (kurzborstige Form).

Einige Umstände sprechen dafür, daß sich bei *F. formicaria* die Stammform und die anholozykl. Populationen weniger weit voneinander getrennt haben als bei den übrigen *Forda*-Arten mit mitteleuropäischen parazykl. Vertretern. Zunächst besitzt *F. formicaria* den größten Nebenwirtskreis, sie scheint sich also während des Parazyklus ± nicht wirtsmäßig spezialisiert zu haben (vgl. *F. marginata, dactylidis* usw.). Sodann bilden die mitteleuropäischen Populationen zahlreicher geflügelte Tiere aus als die übrigen anholozykl. Fordinen. Im Beobachtungsgebiet entwickelten sich in ca. 45 % der Populationen noch geflügelte Tiere. Das bedeutet, daß der allgemein mit langwährender Anholozyklie verbundene Rückgang in der Geflügeltenpro-

[11] Das untersuchte Material der Sammlung Boerner zeigt entsprechende Verhältnisse. Von insgesamt 20 Präparaten enthalten die Winterfänge (Februar) 5 langborstige und 2 kurzborstige, die Sommerfänge (Mai bis Juli) 2 langborstige und 11 kurzborstige Populationen!

duktion bei *Forda formicaria* noch nicht so weit fortgeschritten ist, wie bei den anderen Fordinen. Damit steht auch die Tatsache im Einklang, daß — im Gegensatz zu den restlichen anholozykl. *Forda*-Populationen — *F. formicaria* die Fähigkeit zur Ausbildung von Sexuparen und Sexuales noch nicht vollständig verloren hat. Im Erlanger Gebiet liegt für Mitte Mai ein Fund einer Sexuparafliege mit 3 weiblichen Embryonen vor. Weitere Nachweise von Sexuparen bei anholozykl. Populationen aus dem Warschauer Gebiet (Mordvilko 1928 b, 1935)[12].

In diesem Zusammenhang spielt die Frage, ob es sich um tertiäre Reliktpopulationen (Mordvilko 1929, 1928, 1927, 1935) oder um später aus dem mediterranen Gebiet zugeflogenen Tiere handelt, eine untergeordnete Rolle, da hier das Verhalten der parazykl. Fordinen lediglich allgemein verglichen wird. Es darf angenommen werden, daß die Aussichten für einen Zuzug holozykl. Populationen durch Luftströmungen usw. in das Areal der anholozykl. Formen für alle Fordinen etwa gleich groß sind. Eine Nachbesiedelung dieses Areals durch holozykl. Populationen – deren Möglichkeit nicht bestritten werden soll – dürfte in der jüngeren Vergangenheit höchstens in unbedeutendem Umfang erfolgt sein, da andernfalls gelegentlich auch bei weiteren mitteleuropäischen Fordinen Sexupare auftreten müßten.

Jahreszyklus der Exules. Im Beobachtungsgebiet überwinterten die Exules (ad. und juv.) ausschließlich in Ameisenbauten (*Lasius flavus, alienus, niger, Myrmica sulcinodis*). Man findet die Art in den Gängen oder, dicht gedrängt, an der Decke eigener Aphidenkammern, seltener an dünnen Graswurzeln. Anfang April wanderten die Tiere, vorwiegend die beweglicheren Junglarven, aus den Ameisennestern aus und gründen in deren Nähe Kolonien, die im Lauf des Sommers eine Individuenzahl von 50 und mehr Virgines erreichen können. Der prozentuale Anteil der kurzborstigen kleineren Variante („Sommerform") steigt vom März (= 15 %) an stetig. Er erreicht im Mai mit 90 % seinen Höhepunkt. Gleichzeitig erscheinen geflügelte Tiere (vom 11. 5. bis 5. 7., in hochalpiner Lage noch am 12. 7.). Die Dauer einer Generation beträgt im Sommer 12—15 Tage. Vom Juni an sinkt der Prozentsatz an Sommerformen langsam ab. (Im Dezember noch ca. 20 %). Vom November an setzt der Rücktransport in die als Winterquartier dienenden Ameisennester ein. Eine vereinzelte, frei im Erdboden lebende Population wurde noch am 5. 12. gefunden.

Bei einer Gesamtzahl von 113 Funden betrug der prozentuale Anteil an in Ameisennestern beobachteten *Forda formicaria*-Populationen im Jan./Febr. = 100 %, im März/April = 76 %, im Mai/Juni = 20 %, im Juli/Aug. = 9 %, im Sept./Okt. = 19 % und im Nov./Dez. = 91 %.

Beziehungen zu Ameisen. Folgende Ameisenarten wurden beim Besuch oder bei der Pflege von *F. formicaria* beobachtet:

*Lasius flavus* (40×), *L. niger* (28×), *L. alienus* (8×), *L. mixtus* (4×), *Myrmica ruginodis* 1♂); *Formica fusca* (1♂); *F. sanguinea* (1♂); *F. rufa* (1×). Bei einer Kolonie wurde auch Besuch durch den Ameisengast *Platyarthrus hoffmannseggi* festgestellt.

Insgesamt wurden 80 % aller Populationen zusammen mit Ameisen gefunden. Die Überwinterung erfolgt nur in Ameisennestern. Im alpinen Bereich (2200—2300 m), wo die die Wurzellaus normalerweise betreuenden

[12] Mordvilko (1935) nimmt an, daß im Warschauer Gebiet sich der Hauptwirt länger gehalten hat. Nachdem nun aber auch aus dem Erlanger Gebiet Sexupare bekannt sind, erscheint die oben angeführte Deutung wahrscheinlicher. Daß diese anholozykl. Sexuparen anderweitig nicht gefunden wurden, dürfte in dem eng begrenzten Zeitraum ihres Auftretens begründet sein.

*Lasius*-Arten nicht mehr vorkommen, wurde *F. formicaria* von *Formica rufa* und *fusca* besucht und betreut.

Eine unmittelbare Abhängigkeit von Ameisen konnte in zahlreichen Zuchtversuchen im Labor nicht gefunden werden.

*F. formicaria* wird als ausgeprägt formicophile Art aufgefaßt.

Räuber und Parasiten: Bei einer Kolonie wurde eine *Chrysopa*-Larve gefunden. 2 Populationen waren durch Aphidiiden (*Aphidius* spec.) parasitiert.

Besiedelte Biotope. In den Zentralalpen wurde die Art als einzige *Forda*-Art noch im Bereich der alpinen Zwergstrauchheide (2200—2300 m) angetroffen.

Sehr häufig ist die Art in Fettwiesen, Magerrasen und Unkrautgesellschaften. Häufig ist sie in Riedwiesen, Trockenrasen und Getreidefeldern. Gelegentlich wurde sie in lichten Laubwäldern angetroffen. Daneben werden zahlreiche Sonderbiotope besiedelt: Die Silbergrasflur (trocken-heißer Biotop auf vegetationsarmen Sanddünen), Steppenrasen auf Rendzina, Kiefernsteppenwald auf Dolomit, südexponierte Felsheiden, alpine Steinrasen usw.

*F. formicaria* zeigt damit nicht nur den größten Spielraum hinsichtlich der Wirtswahl, sondern sie besitzt auch in bezug auf die Höhenlage, Bodenbeschaffenheit, Temperatur und Feuchtigkeit des besiedelten Biotops von allen untersuchten Fordinen die größte ökologische Valenz.

Fundorte: Mittelfränkisches Becken, Fränkischer Jura, Maingebiet, Pfälzer Bergland, Oberrheingebiet, Ostschweiz, Schwäbisch-Bayrische Hochebene, Ostalpen.

### Subgen. Pentaphis Horvath 1896

Typ. auct.: *Forda marginata* Koch 1856.

Syn.: *Pentaphis* Del Guercio 1909 (Typ. auct.-*Tychea trivialis* Passerini 1860).

Diagnose: Ant. Gl. V mit rundlichen Rhin., dieses nicht oder kaum größer als das prim. Rhin. auf IV.

### Forda (Pentaphis) marginata Koch 1856

Syn.: non *F. marginata* Mordvilko 1921 (= *F. sensoriata* Boerner 1950)[13]. *Tychea trivialis* Passerini 1860. *Pemphigus follicularius* Passerini 1861. non *F. follicularia* sens. Mordvilko 1935 (= *F. mordvilkoi* Boerner 1950). *Pentaphis pawlowae* Mordvilko 1901. *Forda hexagona* Theobald 1915[14]. *F. proximalis* Mordvilko 1921, *F. pskovensis* Mordvilko 1921[15].

[13] Boerner (1950) führte für *F. marginata* Mordvilko 1921, die sich durch anders gestaltete und viel zahlreichere Nebenrhin. der Geflügelten von *F. marginata* Koch 1856 unterscheidet, den neuen Namen *F. sensoriata* ein. Diese Art ist aus Mitteleuropa noch nicht bekannt geworden, 4 als *F. sensoriata* bezeichnete Präparate der Sammlung Boerner (Herkunft: (Leipzig) entsprechen völlig der Winterform von *F. marginata* Koch!

[14] Theobald (1915) kennzeichnet seine *F. hexagona* durch die Cuticularstruktur auf Scheitel und Pronotum: „the integument prominently marked with hexagonal sculpturing." Er gibt aber weiterhin an „I have only seen one specimen ..." Die Cuticularstrukturen auf Kopf und P.-Thor. sind bei *F. marginata* sehr variabel, im eigenen Material fanden sich einige Tiere mit teilweise geschlossener 6eckiger Felderung, diese werden durch eine

Anmerkung. Herrn Dr. G. Remaudière verdanke ich den Hinweis, daß *F. follicularia* sensu Mordvilko 1935 (= *F. mordvilkoi* Boerner 1950), die an *Pistacia terebinthus* lebt, nicht mit der *Pistacia mutica* besiedelnden Art *F. follicularia* Passerini identisch ist. Die von Mordvilko (1935) untersuchte Art, die nach Ansicht von Herrn Dr. Remaudière möglicherweise mit *Forda hirsuta* Mordvilko synonym ist, unterscheidet sich von der Passerinischen Art durch die cutikulare Struktur der von den Emigranten abgesetzten Junglarven (Remaudière, brieflich).

Untersuchtes Material: 22 Präparate der Sammlung Boerner,
65 eigene Funde.

**Ad. ungeflügelter Exul**

Ockerfarben, gelegentlich stärker grünlichgelb oder hellgelb. Tiere, die gezwungen wurden, an den Halmen statt an den Wurzeln des Wirtes zu saugen, veränderten ihre Farbe von einem hellen Gelbgrün und Gelbbraun in ein kräftiges Grün, ein Zeichen dafür, daß die Körperfarbe von der aufgenommenen Nahrung bzw. von dem besiedelten Teil des Wirtes abhängt. Bei erwachsenen Tieren schimmern die Embryonen grünlich durch das Abd. Die Cauda und die Stigmenplatten sind schwach weiß bepudert. Gestalt oval bis breit spindelförmig. Cuticularstruktur: Der Kopf und — in schwächerem Grad — auch der P.-Thor. tragen kleine unregelmäßig gestaltete Dörnchen und Leisten, die oft so angeordnet sind, daß sie den Eindruck einer polygonalen, meist 6eckigen Felderung hervorrufen (Abb. 19b). In Ausnahmefällen erfolgt ein Verschmelzen der Leisten zu einem geschlossenen Netzwerk (= F. „hexagona"). Körper mit sehr kurzen, spärlichen Borsten. Ant. 5-gl. Die beiden End-Gl. mit rundlichen prim. Rhin. Das dist. Rhin. mit einigen in einer geschlossenen Gruppe liegenden Begleitrhin. Die Länge der Ant.-Borsten schwankend (0,004—0,020). Normalerweise besitzen die Tiere nur das Triommatidium. Manchmal kommen bei den „Sommerformen" daneben noch kleinere oder größere Fazettenaugen vor (Abb. 19a). Cauda, Anal- und Genitalplatte sind schwach sklerotisiert und tragen dichtgestellte, oft stumpf oder geknöpft endende Borsten (Länge auf der Cauda 0,040 bis 0,056; = Trophobioseorgan). Auf Tergit 7 und 8 (andeutungsweise auch auf 6) braune, schwach sklerotisierte Querstreifen.

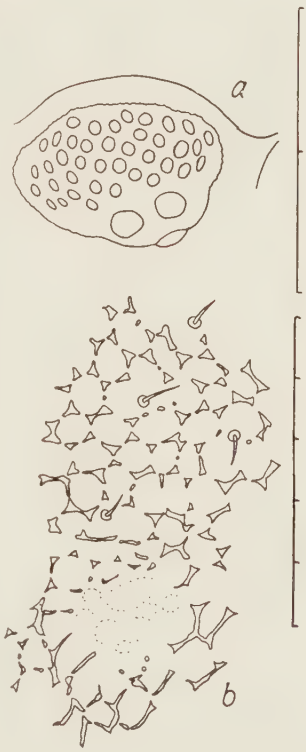



*Abb. 19. Forda marginata* Koch, ad. Exul. a Fazettenauge und Triommaridium bei einer Sommerform; b Cutikularstrukturen auf dem Scheitel. Maßstäbe: Teilstriche bei a = 0,1 mm, bei b = 0,01 mm

große Zahl von Zwischenformen mit der normal ausgebildeten *F. marginata* verbunden (oft innerhalb derselben Population). Damit erscheint *F. „hexagona"* nur als ein Endglied im weiten Variationsbereich von *F. marginata* Koch, mit der sie hier synonym gesetzt wird. Die 4 mit *F. hexagona* bezeichneten Präparate der Sammlung Boerner ordnen sich ebenfalls in den Schwankungsbereich von *F. marginata* Koch ein.

[15] Es konnte je ein mit *F. proximalis* und *F. pskovensis* bezeichnetes Präparat der Sammlung Boerner untersucht werden. Die Tiere stimmen mit *F. marginata* überein.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,60 —2,95 | Ant.-Gl. | I 0,060—0,091 | Sek. Rhin. |
| Rüssel | 0,58 —1,00 | „ | II 0,060—0,109 | fehlen |
| Ant. | 0,42 —0,68 | „ | III 0,134—0,249 | |
| H.-Tibia | 0,40 —0,64 | „ | IV 0,060—0,116 | |
| H.-Tarsus I | 0,044—0,055 | „ | V 0,097—0,174 | |
| H.-Tarsus II | 0,120—0,170 | | | |

Indices:

Ant.-Gl. III/IV = 1,6 —2,7
„ II/IV = 0,7 —1,2
„ III/IV + V = 0,65—1,05

**Exul, Erstlarve**

Ockerfarben, Abd.-Mitte grünlich. Der Scheitel mit einer bräunlichen Platte. Gestalt langgestreckt. Cuticularstruktur wie bei den Ad. Der ganze Körper mit locker angeordneten, sehr kleinen Borsten (0,005—0,020) besetzt. Ant. 5-gl. Das prox. Rhin. ist klein und rundlich, das querausgezogene dist. Rhin. umspannt 1/4 bis 1/3 des Gl.-Umfanges. Die Länge der Ant.-Borsten ist jahreszeitlich verschieden. (Sommerform: 0,007—0,032, Winterform: 0,025 bis 0,055). Durchmesser der Ant.-Gl. 0,035—0,040. Rüssel (0,50—0,80) bis zum 5. oder 6. Abd.-Tergit reichend.

**Ad. geflügelter Exul (virginopar)**

Kopf, P.-Thor. und Extremitäten schwarzbraun, das Abd. olivgrün. Die Abd.-Tergite je mit einem braunen, sklerotisierten Querstreif, der auf Tergit 4—8 als geschlossenes breites Band entwickelt ist, sich auf den weiter vorn gelegenen Tergiten aber in unregelmäßige Sklerit-plättchen auflöst. In der Mitte des P.-Thor. befindet sich ein längsgerichtetes, unsklerotisiertes Feld von etwa ovalem Umriß. Flügelgeäder s. Abb. 20a. Die sklerotisierten abd. Tergitstreifen zeigen eine stark in die Quere gezogene Felderung. Körper spärlich mit kurzen Borsten besetzt. Ant. 5-gl. (Abb. 20b). Beborstung kurz (ca. 0,004). Die sek. Rhin. auf Gl. III schmal und in die Länge gezogen (Länge etwa = Gl.-Durchmesser), oder rundlich oval und dann in 2 Reihen angeordnet. Die beiden prim. Rhin. groß (Durchmesser 0,030—0,040), unregelmäßig rundlich, mit schwachen Einbuchtungen. Gonapophysen: 2 undeutlich ausgebildete, nicht sklerotisierte Höcker mit je 3—4 gekrümmten Borsten.

*Abb. 20. Forda marginata* Koch, geflügelter virginoparer Exul. a = Habitus; b = Ant. Maßstab: Teistriche = 0,1 mm

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 2,14—2,60 | Ant.-Gl. | I | 0,048—0,060 | Rhin. auf |
| V.-Fl. | 2,30—2,80 | „ | II | 0,067—0,073 | |
| Rüssel | 0,60—0,72 | „ | III | 0,290—0,327 | III 12—18 |
| H.-Tibia | 0,72—0,84 | „ | IV | 0,104—0,118 | IV 1— 2 + 1 |
| Ant. | 0,63—0,72 | „ | V | 0,127—0,134 | V 0 (1) + 1 |

**Die morphologische Variabilität der Art**

Vorbemerkung. Von 81 gesammelten, der Untergattung *Pentaphis* angehörenden *Forda*-Populationen ließen sich 65 von den Arten *F. dactylidis* und *F. skorkini* abtrennen. Da der Versuch, dieses Material nach den Bestimmungsschlüsseln und Beschreibungen von Mordvilko (1921, 1935), Roberti (1939), Boerner (1948) usw. auf die, den Wirtspflanzenangaben in Boerner (1952) gemäßen Arten zu verteilen, zu keinem befriedigenden Ergebnis führte, wurde die ganze Gruppe als statistisches Kollektiv aufgefaßt und durchgemessen. Für die Meßwerte und Indices, die zur Bestimmung der hier in Frage kommenden *Forda*-Arten bedeutungsvoll waren, wurde die Häufigkeitsverteilung untersucht. Es sollte geprüft werden, ob die diagnostisch wichtigen Maße und Maßverhältnisse stetige Verteilungskurven zeigen, oder ob Lücken vorliegen, die eine Aufspaltung der Gruppe in einzelne Arten rechtfertigen würden.

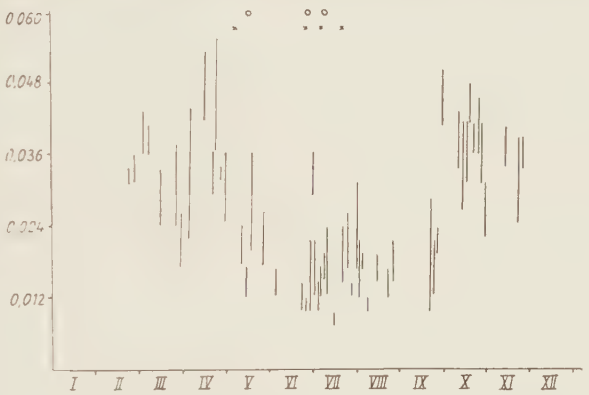



*Abb 21. Forda marginata* Koch, jahreszeitliche Veränderungen der Ant.-Borstenlänge bei Erstlarven. Ordinate: Borstenlänge Ein Strich gibt jeweils den Schwankungsbereich einer Population an. Abszisse: Monate, in denen die betreffenden Populationen gefunden wurden. Kreise: Geflügelte Tiere. Kreuze: Tiere mit Fazettenaugen

Für eine Reihe von Merkmalen werden im folgenden die Verteilungstabellen gegeben. Um diese übersichtlicher zu gestalten, sind die Klassengrößen jeweils in Mikrometereinheiten angegeben Durch Multiplikationen mit dem jeweiligen Umrechnungsfaktor kommt man zu den mm-Werten. Die Häufigkeitsziffer bezieht sich auf die Zahl der vermessenen Individuen (2—3 Tiere pro Population), die in die betreffende Größenklasse eingeordnet werden konnten.

Merkmal 1. Länge der Ant.-Endgl.-Borsten bei Erstlarven. (Die larvale Ant. Borstenlänge wurde von Boerner (1952) dazu benutzt, um die *Pentaphis*-Gruppe B *(F. „hexagona", dactylidis, sensoriata)* von der Gruppe C *(F. marginata, „proximalis", „pskovensis")* zu trennen.

Verteilungstabelle (Umrechnungsfaktor = 0,00243
Klassenintervall = 0,0048 mm.)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit: | 1 | 23 | 42 | 38 | 35 | 33 | 35 | 24 | 12 | 7 | 3 |
| Klassenmitte: | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8,5 | 10,5 | 12,5 | 14,5 | 16,5 | 18,5 | 20,5 | 22,5 |
| mm-Wert: | 0,006 | | 0,016 | | | | 0,035 | | | | 0,055 |

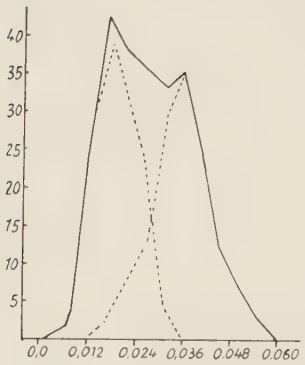



*Abb. 22. Forda marginata* Koch, Verteilungspolygon der Längenwerte der larvalen Ant.-Endgl.-Borsten. Ausgezogene Linie: Häufigkeitsverteilung beim Gesamtkollektiv. Gestrichelte Linie: Häufigkeitsverteilung bei der „Winterform" (rechts) und der „Sommerform" (links)

(Vgl. Fig. 22) Das Verteilungspolygon weist 2 Gipfel auf. Der Versuch, das Gesamtkollektiv auf graphischem Weg in 2 Einzelkollektive zu zerlegen, führte zu einer kurzborstigen Gruppe (größte Häufigkeit im Intervall 5,5–7,5) und einer langborstigen Gruppe (höchste Häufigkeit im Intervall 13,5–15,5). Der Überschneidungsbereich der beiden Einzelpolygone liegt bei den Klassenwerten 7–14.

In Fig. 21 wurden die Werte der larvalen Borstenlänge von sämtlichen Populationen, bei denen Erstlarven oder Embryonen vorlagen, als Funktion der Jahreszeit dargestellt. Ein Vergleich der Ordinatenwerte mit den Verteilungspolygonen von Fig. 22 zeigt, daß die kurzborstige Gruppe von den zwischen Mai und September gesammelten Tieren gebildet wird (= Sommerform), während die Wintertiere, soweit sie überhaupt Larven oder Embryonen besaßen, zur langborstigen Gruppe gehören.

Die in dem Diagr. dargestellten Verhältnisse werden deshalb als Ausdruck eines Saisonpolymorphismus gedeutet[16].

Merkmal 2. Index: Durchmesser der Ant. Gl. III geteilt durch Borstenlänge auf Gl. III bei Ad.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit (Gesamt) | 3 | 30 | 19 | 8 | 3 |
| Häufigkeit Sommerform | 3 | 21 | 6 | 1 | – |
| Häufigkeit Winterform | – | 9 | 13 | 7 | 3 |
| Klassenintervall des Indexwertes | 0,06–0,15 | 0,16–0,25 | 0,26–0,35 | 0,36–0,45 | 0,46–0,55 |

Die Tabelle zeigt, daß sich auch bei den ad. Tieren die Häufigkeitsverteilungen für die Ant. Borstenlänge bei der Sommer- und Winterform unterscheidet.

Merkmal 3. Länge des Ant. Gl. II bei Ad.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit (Gesamt-) | 2 | 18 | 27 | 31 | 19 | 8 | 8 | 2 | 1 |
| Häufigkeit Sommerform | 2 | 16 | 20 | 10 | 5 | 4 | 1 | 1 | – |
| Häufigkeit Winterform | – | 2 | 7 | 11 | 14 | 4 | 7 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Klassenmitte = | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| mm-Wert = | 0,06 | | | | | | | | 0,11 |
| Umrechnungsfaktor = 0,00605 | | | | | | | | | |
| Klassenbreite = 0,006 mm | | | | | | | | | |

Die Längenwerte der übrigen Ant.-Gl. geben ein ähnliches Verteilungsbild: Innerhalb der ± kontinuierlichen Gesamtverteilung sind die Maße der Ant.-Gl. der Sommerform durchschnittlich geringer.

[16] Die Präparate der Sammlung Boerner lassen diesen Saisonpolymorphismus in ganz entsprechender Weise erkennen.

Merkmal 4. Rüssellänge bei Ad.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit: | 2 | 19 | 39 | 30 | 16 | 2 |
| Klassenmitte: | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| mm-Wert: | 0,59 | | | | | 1,05 |

Umrechnungsfaktor = 0,0465
Klassenbreite = 0,093 mm

Es liegt eine gleichmäßige Streuung vor. Sommer- und Winterform unterscheiden sich nicht. Die Verteilungstab. für Körperl., Länge von H. Tarsus I, H. Tarsus II und H.-Tibia weisen ebenfalls keine Zweigipfligkeit auf. Auch hier lassen sich Sommerform und Winterform nicht trennen.

Merkmal 5. Index Ant. Gl. III/IV (bei Ad.)

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit: | 1 | 1 | – | 2 | 17 | 25 | 25 | 24 | 10 | 3 | 1 | 1 |
| Indexwerte: | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 |

Merkmal 6. Index Ant. Gl. II/IV (bei Ad.)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit: | 1 | 6 | 36 | 46 | 20 | 2 |
| Indexwerte: | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |

Merkmal 7. Index Ant. Gl. III/IV + V (bei Ad.)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit: | 1 | 1 | 6 | 16 | 37 | 32 | 12 | 2 | 1 |
| Indexwerte: | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 1,05 |

Zusammenfassung: Die Verteilungskurven der diagnostisch benutzten Größenmaße und Indices ergeben bei Berücksichtigung der jahreszeitlich bedingten Veränderungen ein einheitliches Bild. Die untersuchte *Pentaphis*-Gruppe wird deshalb als Art angesehen. Da die von Mordvilko 1921 beschriebenen „Arten" *F. proximalis* und *F. pskovensis* sowie die von Theobald (1915) beschriebene *F. hexagona* mit ihren Merkmalen innerhalb des Schwankungsbereiches von *Forda marginata* Koch liegen, fallen diese Artnamen in Synonymie. Zur sicheren Bestimmung der Arten *F. retroflexa* Courchet und *F. sensoriata* Boerner sind geflügelte Tiere notwendig. Die ungeflügelten Exules dieser Arten liegen mit ihren Merkmalen ebenfalls im Variationsbereich von *F. marginata* Koch.

Die larvale Ant.-Borstenlänge erlaubt eine Unterscheidung von Sommerform (von Mai bis September gesammelte Tiere, Verteilungsschwerpunkt der Borstenlänge bei 0,016) und Winterform (Oktober bis April, Verteilungsschwerpunkt der Borstenlänge bei 0,035). Die Sommerform kann neben den Triommatidien Fazettenaugen besitzen, sie kann ferner geflügelte Tiere ausbilden. Bei den ad. Sommertieren sind die Ant.-Gl. und Ant.-Borsten durchschnittlich etwas kleiner als bei der Winterform.

## Biologie

Wirte (Exules). *Agrostis tenuis* (1 ×); *Apera spica-venti* (1 ×); *Briza media* (1 ×); *Bromus ramosus* (1 ×), *B. erectus* (2 ×); *Calamagrostis arundinacea* (2 ×); *Corynephorus canescens* (6 ×); *Deschampsia flexuosa* (1 ×); *Festuca ovina* (4 ×), *F. rubra* (3 ×), *F. pratensis* (1 ×); *Dactylis glomerata* (1 ×); *Koeleria gracilis* (1 ×); *Agropyrum repens* (1 ×); *Lolium perenne* (1 ×); *Poa pratensis* (16 ×), *P. nemoralis* (1 ×), *P. annua* (1 ×); *Triticum vulgare* (1 ×).

Die Tiere saugen an den Wurzeln, dem Wurzelhals und unterirdischen Ausläufern.

Wirtsbindung: (Die angestellten Übertragungsversuche bedürfen, soweit sie ein negatives Ergebnis hatten, weiterer Überprüfung). Einwandfrei übertragen ließen sich die Populationen von:

| | | |
|---|---|---|
| *Calamagrostis arundinaceae* | auf | *Poa pratensis* |
| *Corynephorus canescens* | „ | *Festuca ovina* |
| *Poa pratensis* | „ | *Dactylis glomerata* |
| *Corynephorus canescens* | „ | *Dactylis glomerata* |

Nur vorübergehend (5—10 Tage) saugten die Tiere bei folgenden Übertragungen:

| | | |
|---|---|---|
| von *Poa nemoralis* | auf | *Festuca ovina* |
| *Corynephorus canescens* | „ | *Agropyrum repens* |
| *Corynephorus canescens* | „ | *Poa annua* |
| *Calamagrostis arundinaceae* | „ | *Agropyrum repens* |

Erfolglos blieben Übertragungen von:

| | | |
|---|---|---|
| *Bromus ramosus* | auf | *Agropyrum repens* |
| *Poa pratensis* | „ | *Setaria viridescens* |
| *Festuca ovina* | „ | *Corynephorus canescens* |

Die Wahl der für die Übertragung benutzten Wirte richtete sich vorwiegend nach den Wirtsangaben bei Boerner (1952).

Aus den Ergebnissen können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die einzelnen Populationen verhalten sich nicht einheitlich. Eine Bindung an bestimmte Wirtsarten scheint nicht zu bestehen. Abgrenzung von Unterarten auf Grund bestimmter Wirte ist nicht möglich.
2. Es können, wie etwa die gelungene Übertragung von *Cornephorus* auf *Dactylis* zeigt, auch Wirte mit sehr verschiedenen Standortsansprüchen (und entsprechenden anatomischen und physiologischen Unterschieden) besiedelt werden.
3. Es scheint zumindest ein Teil der Populationen nicht mehr alle Wirtspflanzen der „Art" besiedeln zu können.
4. Wenn sich diese vorläufigen Ergebnisse durch weitere Beobachtungen sichern lassen, kann man folgern, daß sich innerhalb der Art *F. marginata* wirtsbedingte Anpassungsvorgänge abspielen, die die Entstehung einer wirtsmäßig enggebundenen (und damit auch morphologisch schärfer ausgeprägten) Art wie *F. dactylidis* verständlich machen.

Holozykl.-Stammform und anholozykl. Form. Hauptwirt der südeuropäischen holozykl. Form (*F. follicularia* Pass.) ist *Pistacia terebinthus* (Gallen = kleine Randfalten der Fiederblättchen). Morphologisch gleichen die mitteleuropäischen anholozykl. Exules (Geflügelte und Ungeflügelte) vollständig den entsprechenden holozykl. Formen (Mordvilko 1935). Lediglich die Geflügeltenproduktion (Geflügelte wurden im Beobachtungsgebiet nur noch bei etwa 20% der Population beobachtet) ist im Verlauf der Anholozyklie abgesunken. Sexupare Geflügelte wurden bei den mitteleuropäischen Formen nicht mehr angetroffen.

Jahreszyklus der Exules. In der Regel beginnen die Tiere (langborstige Winterform) in der 2. Hälfte des März in den als Winterquartier dienenden *Lasius*-Nestern an den Wurzeln und am Stengelgrund von Grami-

neen zu saugen. Es sind dies vorwiegend noch Ad., obschon bereits Ende Februar Junglarven geboren werden. Im April verlassen die Tiere, in erster Linie die sehr beweglichen $L_1$, die Ameisennester und gründen Kolonien an den Wurzeln freiwachsender Gramineen. Erwachsene Tiere wurden noch bis in den Mai hinein in Ameisenbauten gefunden.

Vom Mai an trat nur noch die kurzborstige Sommerform auf. Geflügelte Tiere (stets nur virginopar) erschienen von Anfang Mai bis Ende Juli (nur noch bei etwa 20% der in diesem Zeitraum beobachteten Populationen). Gleichzeitig findet man gelegentlich normalgebaute flügellose Exules mit vielfazettigen Augen, eine Eigentümlichkeit, die in der Gattung *Forda* nur noch der *F. sensoriata* Boerner 1952 (= *F. marginata* Mordvilko) zukommt. Während des Sommers können die einzelnen Kolonien aus 40 und mehr Individuen bestehen. Die Generationsdauer (Zeit von der Geburt bis zum Absetzen der 1. Junglarven) beträgt in dieser Zeit etwa 14 Tage. Gegen Ende Oktober wird die Sommerform wieder vollständig von der langborstigen Winterform abgelöst. Der Rücktransport in die Ameisenhaufen setzt bereits im Oktober ein. Während im August noch keine *F. marginata*-Populationen in Ameisennestern angetroffen wurden, konnten im Oktober bereits 20% und im November 80% aller Funde dieser Art in Ameisenhaufen (*Lasius flavus*, seltener *L. niger*) gesammelt werden. Von Dezember bis Februar sitzen die Tiere in den Gängen der Bauten oder, oft dicht gedrängt, in eigenen Aphidenkammern.

Beziehungen zu Ameisen. Folgende Ameisenarten wurden beim Besuch oder bei der Pflege von *F. marginata* beobachtet: *Lasius flavus* (30×), *L. niger* (5×), *L. alienus* (2×), *L. mixtus* (1×), *Tetramorium caespitum* (4×), *Myrmica laevinodis* (1×), *Solenopsis fugax* (1×).

Insgesamt wurden rund 70% aller beobachteten Populationen zusammen mit Ameisen gefunden. In Zuchtversuchen zeigte die Art keine unmittelbare Abhängigkeit von der Pflege durch Ameisen. Sie überwinterte im Beobachtungsgebiet nur in Ameisenbauten.

Parasiten und Räuber: Nur einmal wurde eine von Aphidiiden (*Aphidius* spec.) parasitierte Population gefunden.

Besiedelte Biotope: Die Art ist eurytop, bevorzugt aber warme und trockene Böden. Feuchte Wiesen, Weiden und Riedwiesen werden — im Gegensatz zu *F. formicaria* — gemieden. Gefunden wurde *F. marginata* in Unkrautgesellschaften, in trockenem, bis mäßig feuchtem Grasland, Magerrasen, Steppenheidegesellschaften, lichten, trockenen Laubwäldern und trockenwarmen, vegetationsarmen Sanddünen (Silbergrasflur).

Fundorte: Mittelfränkisches Becken, Fränkischer Jura, Fichtelgebirge, Maingebiet, Pfälzer Bergland, Oberrheingebiet, Ostschweiz, Schwäbisch-Bayrische Hochebene.

### Forda (Pentaphis) dactylidis Boerner 1950

Untersuchtes Material: 1 Präparat der Sammlung Boerner, 12 eigene Funde.

#### Ad. ungeflügelter Exul

Hellockerfarben, Extremitäten bräunlich. Gestalt breitspindelförmig, gewölbt. Cuticula des Kopfes mit Leisten und Dörnchen, die wie bei *F. marginata* angeordnet sind. Ant. 5gl., wie bei *F. marginata* mit 2 kleinen rundli-

chen prim. Rhin., das dist. Rhin. mit einigen Begleitrhin. Die Länge der Ant. Borsten schwankt zwischen 0,008 und 0,022 (Höchstwert bei Wintertieren). Der kräftig entwickelte Rüssel ermöglicht mit seiner Länge von 0,98—1,40 eine Unterscheidung von der sehr ähnlichen Nachbarart *F. marginata.* Nur Triommatidien vorhanden. Analregion wie bei *F. marginata,* aber meist schwächer sklerotisiert.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,60 —2,84 | Ant.-Gl. | I | 0,06 —0,090 | Sek. Rhin. |
| Rüssel | 0,98 —1,40 | „ | II | 0,086—0,120 | fehlen |
| H.-Tibia | 0,51 —0,67 | „ | III | 0,176—0,248 | |
| H.-Tars. I | 0,043—0,055 | „ | IV | 0,060—0,127 | |
| H.-Tars. II | 0,14 —0,164 | „ | V | 0,110—0,176 | |
| Ant. | 0,53 —0,70 | | | | |

### Exul, Erstlarve

Ocker bis grünlich gelb. Gestalt langgestreckt. Wie bei *F. marginata* trägt der Scheitel kleine Chitinleisten, die sich oft in der Form eines polygonalen Netzwerkes anordnen können. Der Körper mit spärlichen kleinen Borsten (0,012—0,015). Ant. 5gl., schon nahezu so lang wie bei den Ad. Das prox. Rhin. ist rundlich, das dist. schmale langgestreckte Rhin. umgreift den halben Gl.-Umfang. Alle Ant.-Gl. tragen lange Borsten (0,029—0,061). Durchmesser des Ant.-Endgl. = 0,030—0,036. Der Rüssel (0,82—1,11) reicht bis zum Körperende.

### Ad. geflügelter Exul (virginopar)[17]

Farbe, Gestalt, Flügelgeäder, Cuticularstrukturen und Gonapophysen wie bei den Geflügelten von *F. marginata.* Von dieser Art unterscheiden sich die Geflügelten durch die viel höhere Rhin.-Zahl (Abb. 23b). Auf dem Ant.-Gl. III liegen die ovalen sek. Rhin. im basalen Teil in 2—3, im dist. Teil meist nur in 2 Reihen. Die beiden großen prim. Rhin. sind rundlich und unregelmäßig gebuchtet.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 2,45 | Ant.-Gl. | I | 0,080 | Rhin. auf | |
| Körperbr. | 1,16 | „ | II | 0,085 | | |
| V.-Fl. | 2,98 | „ | III | 0,420 | III 40—42 | |
| Rüssel | 0,80 | „ | IV | 0,150 | IV 6 | + 1 |
| H.-Tibia | 1,00 | „ | V | 0,176 | V 0 | + 1 |
| Ant. | 0,89 | | | | | |

### Zur Variabilität der Art

Es konnten nur Tiere aus 12 Populationen vermessen werden. Die als Sommerform bezeichneten Tiere wurden im April, Mai, Juni und Juli, die Winterform im Oktober und März gesammelt.

**Häufigkeitsverteilung der Ant.-Endgl.-Borstenlänge bei Erstlarven**
Umrechnungsfaktor: 0,00243; Klassenbreite: 0,0048

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Häufigkeit (gesamt-) | 2 | 7 | 12 | 14 | 8 | 3 | 3 |
| Häufigkeit Sommerform | 2 | 7 | 10 | 10 | 2 | — | — |
| Häufigkeit Winterform | — | — | 2 | 4 | 6 | 3 | 3 |
| Klassenmitte | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 |
| mm-Wert | 0,031 | | 0,041 | | 0,051 | | 0,061 |

[17] Es konnte nur ein Tier untersucht werden.

Mit Hilfe der larvalen Ant.-Borstenlänge läßt sich, wenn auch in schwächerem Maß als bei *F. marginata*, eine „Sommerform" (Verteilungsschwerpunkt der Ant.-Borstenlänge bei 0,04) und eine „Winterform" (Verteilungsschwerpunkt bei 0,05) unterscheiden.

### Biologie

Wirt und Wirtsbindung. Die Art saugt am Halmgrund und an der Wurzel von *Dactylis glomerata*. Eine vereinzelte auf *Bromus erectus* gefundene Kolonie wird wegen der morphologischen Übereinstimmung ebenfalls zu *F. dactylidis* gestellt.

Eine Übertragung auf andere Gramineen (*Poa*, *Festuca* usw.) gelang nicht. Damit entspricht der, im Vergleich zu *F. marginata* schärferen morphologischen Ausprägung (= geringere Variationsbreite) der Art auch eine weitvorangeschrittene ernährungsmäßige Spezialisation.

Holozykl. Stammform: Nicht bekannt.

Jahreszyklus: Wie bei *F. marginata*. Überwinternde Tiere (Ad. und Juv.) wurden im März in den Nestern von *Lasius flavus* festgestellt. In einer im Juni gesammelten Kolonie wurde eine virginopare Geflügelte angetroffen.

Ameisenbesuch: *F. dactylidis* ist wie die Nachbarart *F. marginata* formicophil. Sie wurde zusammen mit *Tetramorium caespitum* (4×), *Lasius flavus* (2×) und *L. niger* (1×) gefunden.

Parasiten und Räuber wurden nicht beobachtet.

Besiedelte Biotope: Die trockenwarme Böden bevorzugende Art findet sich in Unkrautgesellschaften aller Art, in Trockenrasen und in mäßigfeuchtem Grünland.

Fundorte: Die Art wird von Boerner 1952 aus dem Naumburger Gebiet und aus den Ostalpen gemeldet. Eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken, dem Fränkischen Jura, dem Maingebiet und dem Oberrheingebiet (Kaiserstuhl).

## Forda (Pentaphis) skorkini Mordvilo 1935

Syn.: ? *Tychea amycli* Koch 1856[18]. ? *Forda mokrzeckyi* Mordvilko 1921[18]. Nach D. Hille Ris Lambers (brieflich) ferner *Forda marginata* sensu Theobald, 1929 und möglicherweise *Fordona italica* sensu Roberti 1939.

Untersuchtes Material: 4 eigene Funde.

### Ad. ungeflügelter Exul

Schmutzig oliv- bis apfelgrün. Gestalt rundlich oval, hochgewölbt. Cuticula glatt, Scheitel ohne Chitinleisten.

Beborstung: Rücken mehr oder weniger kahl, auf der Ventralseite finden

[18] Fundort, Körperfärbung und morphologischer Habitus meines Materials weisen auf *Tychea* (= *Forda*) *amycli* Koch 1856 hin. Gegen eine Synonymisierung von „*skorkini*" Mordv. und „*amycli*" Koch macht D. Hille Ris Lambers (brieflich) geltend, daß Koch seine Art in Getreidefeldern (*Triticum dicoccum*) gesammelt habe, während das von Hille Ris Lambers und mir gefundene Material aus ausgesprochen xerothermen Biotopen stammt. Da die Kochsche Beschreibung zu wenig Einzelheiten berücksichtigt – das gleiche gilt von Mordvilkos „*mokrzeckyi*" – wird in Anlehnung an D. Hille Ris Lambers die vorliegende seltene, aber morphologisch gut gekennzeichnete *Pentaphis*-Art unter dem Namen *F. skorkini* Mordv. aufgeführt.

sich spärliche, sehr kleine Borsten. Ant. im Gegensatz zu den übrigen Arten der Untergattung *Pentaphis* mit langen (0,01—0,05), dicht sitzenden Borsten. Auch die Extremitäten lang und dicht beborstet.

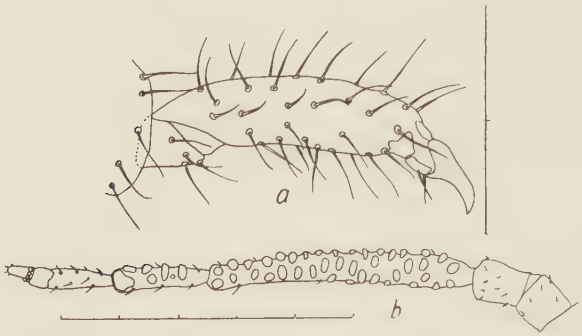



*Abb. 23 a Forda skorkini* Mordv., Hintertarsen des ungeflügelten ad. Exul. *b Forda dactylidis* Boerner, Ant. des geflügelten virginoparen Exul. Maßstab: Teilstriche = 0,1 mm

Ant. 5-gl., die beiden prim. Rhin. sind klein und rundlich. Die Begleitrhin. des dist. Rhin. meist nicht in einer geschlossenen Gruppe. Rüssel verhältnismäßig kurz und dick. Analregion: Das 8. Tergit, die Cauda, die Anal- und die Genitalplatte sind sklerotisiert. Die Cauda mit zahlreichen geraden, geknöpften und etwas längeren (bis 0,08) gekrümmten, spitzendenden Borsten. Tarsen (Abb. 23a): das Gl. II erlaubt infolge seiner Länge (0,195—0,220) eine Unterscheidung von den übrigen *Pentaphis*-Arten.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,80 —2,80 | Ant.-Gl. | I | 0,073—0,104 | Sek. Rhin. |
| Rüssel | 0,70 —0,90 | „ | II | 0,090—0,118 | fehlen |
| H.-Tibia | 0,64 —0,73 | „ | III | 0,188—0,212 | |
| H.-Tarsus I | 0,052—0,055 | „ | IV | 0,104—0,120 | |
| H.-Tarsus II | 0,19 —0,22 | „ | V | 0,146—0,151 | |
| Ant. | 0,60 —0,68 | | | | |

Borsten auf Ant-Gl. III 0,01—0,05
Durchmesser von Ant-Gl. III 0,04

### Exul, Erstlarve

Hellgrasgrün. Ant., Extremitäten, Rüssel und Kopf dunkel rauchfarben. Gestalt langgestreckt. Der ganze Körper dicht beborstet. (Länge der Borsten 0,024—0,030 mm). Ant. 5-gl., das prox. Rhin. ist klein und oval, das langgestreckte dist. Rhin. umspannt den halben Gl.-Umfang. Die Ant. mit dichtstehenden, langen (0,036—0,058) Borsten. Der Rüssel erreicht das Abd.-Ende nicht (Rüssellänge = 0,60—0,70).

### Biologie

Wirte: Die Tiere saugten an den Wurzeln von *Brachypodium silvaticum, B. pinnatum, Dactylis glomerata, Poa pratensis* und *Festuca arundinacea.*

Holozykl. Stammform: Nicht bekannt.

Jahreszyklus: Da von dieser seltenen Art nur 4 Populationen gefunden wurden, können keine näheren Angaben gemacht werden. Die Überwinterung dürfte, wie bei den übrigen *Forda*-Arten, in Ameisennestern vor sich gehen. Geflügelte Tiere wurden nicht beobachtet.

Ameisenbesuch: *Tetramorium caespitum* (2×), *Lasius flavus* (1×). Auch D. Hille Ris Lambers (brieflich) erwähnt Ameisenbesuch durch *Tetramorium caespitum.*

Parasiten und Räuber wurden nicht festgestellt.

Besiedelte Biotope: Hille Ris Lambers (brieflich) beobachtete die Art in sehr trockenem Grasland auf sandigem Boden (Silbergrasflur), die eigenen Funde ebenfalls in Magerrasen auf trockenwarmen Sandböden und in Steppenheideformationen. *F. skorkini* erscheint somit ausgesprochen xerotherme Biotope zu besiedeln.

Fundorte: Bisher in Deutschland nicht nachgewiesen. Eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken (Erlangen), vom Kaiserstuhl (Oberrheingebiet) und aus dem Burgenland (Neusiedl). Hille Ris Lambers erwähnt die Art aus Holland (Hille Ris Lambers, brieflich), Mordvilko fand sie in Polen und Rußland.

### Gen. Smynthurodes Westwood 1849

Typ. auct.: *S. betae* Westwood 1849.

Syn.: *Tychea* Passerini 1860 (Typ auct. = *T. phaseoli* Passerini 1860, nicht in *Tychea* Koch 1856 = *Forda* v. Heyden enthalten). *Trifidaphis* del Guercio 1909 (Typ auct. = *Pemphigus radicicola* Essig 1909). *Tullgrenia* van der Goot 1912 (Typ auct. = *Tychea phaseoli* Passerini 1860).

Diagnose für die virginogenen Formen: Ant. der Erstlarve 4-gl., der Ad. 5-gl. Die ersten Ant.-Gl. auffallend groß. Gl. II etwa so lang oder länger als Gl. III. Körperbeborstung dicht und gleichmäßig.

### Smynthurodes betae Westwood 1849

Syn.: *Pemphigus globosus* Walker 1852 sec. Baker 1918. *Tychea phaseoli* Passerini 1860. *Pemphigus radicicola* Essig 1909. ? *P. trifolii* del Guercio 1915. *Amycla albicornis* Koch 1856.

Untersuchtes Material: 15 eigene Funde.

#### Ad. geflügelter Exul

Schmutzig weißlichgelb bis bräunlichgelb. Kopf, P.-Thor., Ant. und Beine bräunlich. Die Tiere gleichmäßig mit feinem Wachsstaub bepudert. Gestalt rundlich, fast kugelartig, Kopf und P.-Thor. nur schwach vom restlichen Körper abgesetzt. Ohne besondere Cuticularstrukturen. Der ganze Körper gleichmäßig und dicht mit feinen Spitzborsten (Länge 0,050—0,070) besetzt. Die Abd.-Tergite mit 5—7 Querreihen von Borsten. Ant. 5-gl. Gl. II länger als Gl. III. Die beiden prim. Rhin. mit breitem Randwulst. Das prox. Rhin. rundlich, das dist. Rhin queroval, mit einer Gruppe Begleitrhin. Auf Gl. III gelegentlich einige kleine sek. Rhin. Fazettenaugen fehlen. Rüssel lang und schlank, das 3. Coxenpaar erreichend. Analregion: Tergit 8, Cauda, Anal- und Genitalplatte sklerotisiert und dicht mit Borsten besetzt (Länge 0,080 bis 0,090). Da die Analplatte sehr in die Länge gezogen ist, liegt die Analöffnung auf der Dorsalseite, Gonapophysen: 2 schwach ausgebildete Höcker mit je 5—6 Borsten.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Körperl. | 1,95—2,30 | Ant.-Gl. I | 0,073—0,091 |
| Körperbr. | 1,40—1,90 | „ II | 0,120—0,158 |
| Rüssel | 0,60—0,75 | „ III | 0,115—0,140 |
| Ant. | 0,53—0,66 | „ IV | 0,073—0,097 |
| | | „ V | 0,140—0,176 |

### Exul, Erstlarve

Bräunlich orange, das Abd. schwach olivgrün. Gestalt langgestreckt (Länge 0,80—1,00, Breite 0,40—0,45). Beborstung wie beim Ad. Ant. 4-gl. Die beiden prim. Rhin. stark quer ausgezogen. Der Rüssel überragt das 3. Coxenpaar (Rüssellänge 0,45 mm).

Jahreszeitlich bedingte morphologische Veränderungen konnten nicht festgestellt werden. Im Gegensatz zu den Angaben bei MORDVILKO (1935), VAN DER GOOT (1913) und ROBERTI (1939) war bei den eigenen Tieren (Ad.) das Ant. Gl. II stets etwas länger als Ant. Gl. III.

### Biologie

Wirte (Exules): MORDVILKO (1935) erwähnt als Wirtspflanzen folgende Familien: Chenopodiaceen, Amaranthaceen, Polygonaceen, Cruciferen, Papaveracen, Plantaginaceen, Leguminosen, Euphorbiaceen, Umbelliferen und Compositen. Die eigenen Funde an *Artemisia vulgaris; Cerastium arvense; Festuca rubra; Sedum spurium; Solidago canadensis; Trifolium pratense; Vicia* spec. Die Art ist polyphag.

Holyzykl. Stammform und Parazyklus. Die holozykl. Form bildet in der Südkrim und in Transkaukasien Faltengallen an den Blättern von *Pistacia mutica* (MORDVILKO, 1935).

Die Exules des Beobachtungsgebietes entsprechen morphologisch (abgesehen vom etwas anderen Längenverhältnis der Ant.-Gl. II und III) den Virginogenien der Stammform. Geflügelte Tiere werden im Areal der anholozykl. Form gelegentlich ausgebildet (MORDVILKO 1935, VAN DER GOOT 1915). Sexupare sind jedoch hier nicht gefunden worden.

Jahreszyklus der Exules: Überwinterung (Ad. und Juv.) erfolgt in Ameisennestern *(Lasius flavus)*. Ende März wurden die ersten saugenden Kolonien angetroffen. Von April bis Anfang November wurden die Kolonien (mit einer Ausnahme) außerhalb der Ameisennester gefunden. Im November setzte der Rücktransport in die Ameisenbauten ein, wo die Tiere zunächst noch an Wurzeln, später aber in Aphidenkammern angetroffen wurden. Geflügelte Formen konnten im Beobachtungsgebiet nicht festgestellt werden.

Beziehungen zu Ameisen. Bei dem Besuch oder der Pflege der Art wurde 13mal *Lasius flavus* gefunden. Damit wurden insgesamt 85 % der Populationen zusammen mit Ameisen beobachtet. Die Art ist formicophil.

Parasiten und Räuber wurden nicht festgestellt.

Besiedelte Biotope: Vereinzelte Funde in Fettwiesen, Unkrautgesellschaften und Magerrasen.

Fundorte: Mittelfränkisches Becken, Fränkischer Jura, Oberrheingebiet, Bayrisch-Schwäbische Hochebene.

*Aus dem zoologischen Institut der Universität Mainz*
*(Direktor: Prof. Dr. W. von* Buddenbrock*)*

# Zur Biologie der einheimischen Geophiliden[1]

Von Edmund Weil

## I. Einleitung

Die Geophiliden zählen zu der Klasse der Chilopoden. Haase (1880) gliederte diese Klasse des Tierreichs nach der Entwicklung in die Anamorphen und die Epimorphen. Die Embryonalformen besitzen bei ersteren eine kleinere Segmentzahl als die folgenden Entwicklungsstufen. Die Epimorphen dagegen verlassen die Eischale mit der vollen Segmentzahl. Zusammen mit der Ordnung der Scolopendriden bilden die Geophiliden die zwei Ordnungen der Epimorphen.

Während umfangreiche morphologische, systematische und faunistische Arbeiten von den Geophiliden vorliegen, blieb ihre Lebensweise wenig erforscht. Die bekanntgewordenen Beobachtungen sind mehr zufälliger Art. Dies erklärt sich durch die lichtscheue, nächtliche Lebensweise der Tiere, die viele ihrer lebenswichtigen Handlungen unter der Erde vollziehen oder an Orten, die einer Beobachtung unzugänglich sind.

Verhoeff (1902–1927) hat das Wissen von den Chilopoden in „Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs" und in der „Tierwelt Mitteleuropas" (1937) zusammengefaßt und erweitert. Im „Handbuch der Zoologie" gab Attems (1930) eine gründliche Zusammenstellung unserer Kenntnisse von den Chilopoden.

Mit der „Entwicklungsgeschichte der Scolopender" verdanken wir Heymons (1901) die genaueste embryologische Arbeit über die Chilopoden. Neben histologischen Studien konnte er eine Reihe von biologischen Beobachtungen veröffentlichen, denn er hat seine Scolopender drei Jahre hindurch in Gefangenschaft gehalten. Solche Zuchtversuche fehlen meines Wissens bei Geophiliden gänzlich.

Es sollten daher die Lebensgewohnheiten von einheimischen *Geophiliden* durch Züchtung und Beobachtung in freier Natur erforscht werden. Von diesen Untersuchungen wird in der folgenden Arbeit berichtet.

Herrn Professor von Buddenbrock und Herrn Privatdozent Dr. Schaller gilt mein ganz besonderer Dank für die Anregung und die ständige Betreuung der Arbeit.

## II. Material und Methode

Von den sehr zahlreichen Arten der Geophiliden wählte ich zur Untersuchung *Necrophloeophagus longicornis* Leach und *Geophilus brevicornis* C. Koch, Arten, die weit verbreitet sind und häufiger vorkommen. Daneben beobachtete ich *Scolioplanes acuminatus* Leach, *Scolioplanes crassipes* Koch und *Chaetechelyne vesuviana* Newport, die wesentlich seltener als die beiden erstgenannten Arten zu finden waren.

Zur Auffindung des Tiermaterials erwies sich das Wenden von größeren, fest aufliegenden Steinen ergiebig, falls Geophiliden häufig waren. In dickeren, z. T. schon zersetzten Fallaubschichten genügte ein Durchsuchen der untersten Schicht. *Scolioplanes* fand ich am häufigsten durch Abheben der obersten, humusreichen Bodenlage unter einem lockeren Moospolster. Die genannten Fangmethoden waren zwar weniger ergiebig, boten aber oft Gelegenheit, die Tiere bei der Nahrungsaufnahme zu überraschen. Die ergiebigste Fangweise blieb

[1] Inauguraldissertation der naturwiss. Fakultät d. Joh.-Gutenberg-Universität zu Mainz

das Umgraben ausgesuchter Stellen und das gleichzeitige, vorsichtige Ausbreiten dieser Erde. Das Ausheben bis zu einer Bodentiefe von etwa 40 cm genügte, um die Chilopoden unter der dabei abgegrenzten Fläche quantitativ zu erfassen. Nur bei der letzteren Methode war es möglich, Geophiliden bei der Brutpflege oder Häutung anzutreffen.

Die Aufzucht und Haltung der Tiere erfolgte in gut schließenden Petrischalen mit einem Durchmesser von 7 bis 15 cm. Den Schalenboden füllte ich etwa einen Zentimeter hoch mit gesiebter Erde des Fundortes. Während der Geophilide in der Natur stets sein Feuchtigkeitsoptimum aufsuchen kann, war er in der Petrischale jeder Feuchtigkeitsänderung unmittelbar ausgesetzt, ohne ausweichen zu können. Die Erde der Schale durfte nicht zu trocken, aber auch nicht zu naß sein. Um die Feuchtigkeit möglichst konstant zu halten, legte ich in die Schale Muschelkalksteine und tropfte von Zeit zu Zeit Wasser darauf. Die porösen Kalksteine gaben das aufgesaugte Wasser nur langsam an die Umgebung ab. Bei einem entsprechenden Feuchtigkeitsgrad blieben die in der Zuchtschale liegenden Fallaubblätter von Buchen elastisch; wurden sie brüchig, war die Feuchtigkeit zu gering. Die Schalen habe ich zweimal wöchentlich kontrolliert. Zur Beobachtung der kleinen Adolescentes mußte hierbei der Schaleninhalt auf ein großes Uhrglas ausgestreut werden. Es wurde großer Wert auf Beobachtung der Geophiliden im Freien gelegt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse erleichterten die Aufzucht, indem ich die künstlichen Bedingungen entsprechend abänderte.

Das wichtigste Verfahren der Arbeit blieb die Beobachtung. Daneben habe ich bei den sinnesphysiologischen Versuchen Methoden angewandt, die an der betreffenden Stelle des Textes angeführt sind.

## III. Beobachtungen und Versuche

### 1. Entwicklung der Brutpflege

#### *A. Eiablage, Eizahl und Ort der Eiablage in der Natur*

Die Periode der Eiablage beginnt bei *Necrophloeophagus longicornis* Leach und *Geophilus brevicornis* C. Koch Anfang Juni. Vor diesem Zeitpunkt habe ich die weiblichen Geophiliden ohne Eipaket angetroffen. Ein Weibchen von *Chaetechelyne vesuviana* Newport legte bereits am 4. Mai seine Eier ab. Hierbei handelte es sich um ein Tier, das ich wenige Wochen zuvor fand und das vermutlich schon Sperma aufgenommen hatte, denn die abgesetzten Eier waren entwicklungsfähig. Auch die in den Zuchtschalen gehaltenen Geophiliden legten zur gleichen Zeit die Eier ab. Dies ist nicht verwunderlich, da es sich um solche Tiere handelte, die noch im Freien überwintert hatten.

Das Ablegen der Eier zu beobachten stößt auf Schwierigkeiten, denn sie werden von den lichtscheuen Tieren unter der Erdoberfläche abgelegt. Es ist mir daher nur einmal gelungen, den gesamten Vorgang einer Eiablage zu verfolgen. Das gleiche berichtet Heymons (1901), indem er mitteilt: „Den Vorgang der Eiablage selbst habe ich nie beobachten können." Er hat die Tiere unter möglichst günstigen Bedingungen aufgezogen, da er vor allem auf eine Gewinnung von embryologischem Material bedacht war. Seine Zuchtbehälter waren deshalb mit einer hohen Erdschicht gefüllt. Dadurch wurde zwar die Ablage der Eier ungestört in der gewohnten Bodentiefe vollzogen, eine Beobachtung dieses Vorganges aber unmöglich gemacht. In meinen nur mit einer flachen Bodenschicht bedeckten Petrischalen konnten sich die Tiere zur Eiablage nicht eingraben, sondern mußten sie auf der Erdschicht vornehmen. Natürlich waren diese Weibchen besonders empfindlich gegen jede noch so geringe Störung. Eine Belichtung oder das vorsichtige Entfernen des Schalendeckels veranlaßte oft den Geophiliden, seine Brut zu verlassen. Ein Öffnen der Zuchtbehälter war aber unumgänglich, da sie gleichmäßig feucht gehalten werden mußten. Meist suchten die Weibchen unter einem los aufliegenden Buchenblatt Unterschlupf. Gelegentlich legten sie außerhalb des Blattes ihre Eier ab. Ein solches Weibchen von *Necrophloeophagus longicornis* beobachtete ich beim Absetzen der Eier.

Der Vorgang begann vor acht Uhr und erstreckte sich auf eine Zeitspanne von mehreren Stunden. Schon vor dem Auspressen des ersten Eies

legte sich das Weibchen zu einer Schlinge. Die hinteren Körpersegmente sind so dicht an die Segmente des Vorderkörpers angelegt, daß sich die seitlichen Pleura berühren. Das mittlere Körperdrittel bildete eine Schlinge. Während das Kopfdrittel des Tieres in der alten Lage verharrte, krümmten sich Genitalsegment und die letzten Körperglieder zu einem Halbkreis zurück. Nur wenige, nach der Körpermitte sich anschließende Segmente, blieben aneinandergedrückt. Diese Segmentgruppe bildete die Auflagefläche für die abzusetzenden Eier. Die Genitalregion wurde dabei so weit zurückgekrümmt, daß die Endbeine die Auflagefläche berührten. Anschließend richtete das Tier die drei bis fünf letzten beintragenden Segmente vom Boden hoch und stellte die Endbeine senkrecht hoch (Abb. 1).

*Abb. 1. Necrophloeophagus longicornis.* Eiablage. Das Eipaket klebt dorsal auf einigen Segmenten

Der Gesamtvorgang, der sich beim Absetzen jedes Eies wiederholt, verläuft derart regelmäßig, daß er gut in verschiedene Phasen gegliedert werden kann.

1. Phase: Das Weibchen hat das Endbeinsegment mit den drei bis fünf letzten Laufbeinsegmenten vom Boden hochgekrümmt. Die Laufbeine pendeln frei in der Luft, während die Endbeine in träger Bewegung aufgerichtet und wieder gesenkt werden. Zuletzt zieht das Weibchen die Genitalsegmente mehrmals ruckartig ein und streckt sie wieder aus.

2. Phase: Das Tergit des Zwischensegmentes mit den beiden darunter liegenden Genitalsegmenten kontrahiert sich zuerst seitlich. Anschließend werden die Genitalsegmente von dem Zwischentergit nach unten weggedrückt. Beide Vorgänge greifen regelmäßig ineinander über und verlaufen rhythmisch. Hierbei handelt es sich wohl um Muskelkontraktionen, durch die das Ei aus der Genitalröhre gepreßt wird, denn nach vier- bis fünfmaligem Zusammenziehen ist das Ei zur Hälfte sichtbar und tritt mit jeder weiteren Kontraktion stärker heraus. Das letzte Laufbeinpaar und die Endbeine werden in dieser Phase nur wenig bewegt. Insgesamt richtet das Tier die Endbeine etwa achtmal auf. Ferner ist die Zahl der Kontraktionen bis zum völligen Auspressen eines Eies nahezu konstant (Tabelle 1).

3. Phase: Das Ei ist jetzt ganz aus dem *Atrium genitale* ausgetreten und mit einem klebrigen Sekret überzogen. — B. Schaufler (1889) hat bei Geophiliden zwei Drüsenpaare nachgewiesen, die dicht neben den Ausführungsgängen der *Receptacula seminis* in den Ovidukt einmünden. Das untere der Drüsenpaare ist gut entwickelt und schlauchartig gestaltet; es liefert vermutlich das Schleimsekret für die abzusetzenden Eier. — Vermöge dieses Sekretes klebt das ausgepreßte Ei an der Austrittsöffnung. In der Stellung, wie sie Abb. 1 wiedergibt, verweilt das Tier etwa zwei Minuten. Die Endbeine bewegt der Geophilide während dieser letzten Phase überhaupt nicht.

4. Phase: Nun setzen abermals drückende Bewegungen ein. Sie bestehen fast ausschließlich aus seitlichen Kontraktionen, wie sie von der zweiten Phase her bekannt sind. Nach einer fast übereinstimmenden Kontraktionszahl (Tabelle 1) wendet das Weibchen die hochgekrümmten Segmente nach der Auflagefläche für die abzusetzenden Eier. Nun wird das Ei an die bereits abgelegten und zu einem Paket verklebten Eier angedrückt. Beim Absetzen werden einige rasch abklingende Kontraktionen ausgeführt, gleichzeitig winden sich die hochgekrümmten Segmente vom angeklebten Ei los. Ist bereits

*Tabelle 1* *Necrophloeophagus longicornis.* Phasen der Eiablage

| Phase | I | | II | | III | | IV | | V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. |
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| | $8^{00}5''$ | | $8^{08}00''$ | | $8^{15}30''$ | | $8^{23}20''$ | | $8^{30}45''$ | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| | $8^{02}00''$ | | $8^{09}45''$ | | $8^{17}30''$ | | $8^{25}00''$ | | $8^{32}15''$ | |
| 2 | | 46 | | 40 | | 45 | | 47 | | 42 |
| | $8^{03}15''$ | | $8^{11}00''$ | | $8^{18}45''$ | | $8^{26}14''$ | | $8^{33}45''$ | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| | $8^{05}45''$ | | $8^{13}12''$ | | $8^{21}00''$ | | $8^{28}15''$ | | $8^{35}48''$ | |
| 4 | 135″ | 76 | 138″ | 72 | 140″ | 75 | 150″ | 75 | 132″ | 71 |

eine größere Eizahl zu einem Paket verklebt, wird beim Andrücken eines weiteren Eies oft das letzte Laufbeinpaar leicht gegen das Eipaket gedrückt. Dadurch wird ein Fortrutschen des Eiballen beim Wegziehen der Genitalregion vermieden. Hängt trotz dieser Vorsichtsmaßregeln das Eipaket einmal zu weit nach der Erde über, dann wird es beim Ankleben des folgenden Eies wieder in eine stabile Lage gebracht. Nur so ist es zu verstehen, daß keines der abgelegten Eier den Boden berührte.

Das gleiche Spiel wiederholte sich beim Absetzen jedes Eies. Die Befruchtung der Eier wird gegen Ende der ersten oder während der zweiten Phase erfolgen. Zur gleichen Zeit wird auch das Ei mit Sekret umhüllt. Dadurch wird ein besseres Hindurchgleiten der Eier durch das *Atrium genitale* ermöglicht, andererseits überstehen die Eier durch das reibungsgeminderte Gleiten unbeschädigt die starken Deformationen beim Austreten. Nachdem das Weibchen alle Eier in einer derart periodischen Folge abgelegt und zu einem Paket verklebt hat, zieht es mehrmals die Genitalsegmente ein und streckt sie wieder aus. Noch immer sind die letzten Körpersegmente aufgerichtet. Als Folge der drei bis vier minutenlangen Einziehbewegungen erscheint ein großer Sekrettropfen, den das Tier auf einem Tergit abstreicht. Jetzt krümmt

(Dauer und Zahl der Kontraktionen der Genitalsegmente) *Tabelle 1*

| VI | | VII | | VIII | | IX | | X | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. | Dauer | Zahl d. rhythm. Kontrakt. |
| A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| $8^{38}00''$ | | $8^{46}30''$ | | ? | | $9^{00}15''$ | | $9^{07}22''$ | |
| $8^{39}25''$ | 46 | $8^{47}15''$ | 43 | $8^{54}48''$ | 46 | $9^{02}00''$ | 47 | $9^{08}33''$ | 41 |
| $8^{40}45''$ | | $8^{48}05''$ | | $8^{55}59''$ | | $9^{03}22''$ | | $9^{10}42''$ | |
| $8^{44}18''$ | | $8^{40}45''$ | | $8^{58}02''$ | | $9^{05}10''$ | | $9^{12}55''$ | |
| 132″ | 69 | 133″ | 65 | 133″ | 72 | 132″ | 75 | 125″ | 78 |
| | | | | | | | | $9^{15}00''$ | |

das Weibchen die seitwärts vom Eiballen wegliegenden Segmente von der Erde hoch und schlingt sie um denselben, wobei stets die dorsale Fläche den Eiern zugewendet bleibt. Dem Beschauer bietet das Tier die Ventralfläche, während die Terga die Eier berühren und eine geschlossene Hohlkugel bilden. Die Laufbeine bewegen sich anfangs emsig, kommen aber bald zur Ruhe. Zuletzt putzt das *Necrophloeophagus*-Weibchen seine Antennen, indem es den Kopf zur Seite wegstreckt und die einzelnen Fühlerglieder zwischen den Mundfüßen hindurchzieht.

In ununterbrochener Folge hat das *Necrophloeophagus*-♀, während einer Zeitspanne von fünf bis sechs Stunden, 47 Eier abgelegt. Eine nachträgliche Eiablage erfolgte nicht. LATZEL (1880)[2] glaubt, daß bei *Mecistocephalus carniolensis* die Eier nicht in einer Folge abgelegt werden, da oft neben bereits entwickelten Jungen noch Eier angetroffen werden. Auch bei *Necrophloeophagus longicornis* und *Geophilus brevicornis* finden wir innerhalb eines Ge-

[2] Die Zahl der von einem Weibchen in zusammengeknäuelter Lage gehegten Jungen schwankt zwischen 20 und 40. Die Eier scheinen nur nach und nach gelegt zu werden, da die junge Brut verschiedene Grade der Entwicklung zeigt und fast immer noch Eier neben bereits gut entwickelten Jungen angetroffen werden.

leges verschiedene Entwicklungsstufen (Tabelle 1 und 2), die aber nicht als die Folge einer zeitlich weit auseinandergezogenen Eiablage anzusehen sind, denn eine solche konnte ich nie beobachten.

Die Zahl der Eier pro Gelege schwankt beträchtlich. Es war auffallend, daß kleineren Individuen der gleichen Art eine kleinere Eizahl zukam als größeren Tieren. Bei den Geophiliden mit dem größten Eiballen darf man wohl annehmen, daß diese Weibchen bereits zum zweitenmal Eier ablegten. Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht war dies vor allem bei *Necrophloeophagus longicornis* zu beobachten. Bei *Necrophloeophagus longicornis* variiert die Zahl der von einem Weibchen abgesetzten Eier zwischen 73 und 12. Als Mittel von 28 Eiablagen ergibt sich die Zahl 34. Die Zahl der Eier pro Gelege

*Tabelle 2*

**Eigelege von** *Necrophloeophagus longicornis*

| Datum | Fundort | Tiefe cm | Zahl | Stadium | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|---|
| 8. 6. 51 | T, H | 15 | (Tiere pro Gelege) | | |
| 8. 6. 51 | T, H | 7 | | | |
| 8. 6. 51 | T, H | 14 | 73 | Ei | sehr großes ♀ |
| 19. 6. 56 | T, H | 18 | 44 | Ei | |
| 20. 6. 51 | T, H | 12 | 12 | Ei | |
| 20. 6. 51 | T, H | 15 | 19 | Ei | |
| 21. 6. 51 | T, H | 10 | 25 | Ei | |
| 21. 6. 51 | T, H | 5 | 17 | Ei | |
| 21. 6. 51 | T, H | 15 | 43 | Ei | |
| 21. 6. 51 | T, H | 8 | 31 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 10 | 20 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 8 | 24 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 5 | 33 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 10 | 64 | Ei | sehr großes ♀ |
| 25. 6. 51 | T, H | 5 | 70 | Ei | sehr großes ♀ |
| 25. 6. 51 | T, H | 10 | 26 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 15 | 44 | Ei | |
| 25. 6. 51 | T, H | 20 | 36 | Ei | |
| 23. 7. 51 | T, H | 7 | 28 | Ei | |
| 9. 7. 51 | T, H | 20 | 41 | Ei | |
| 9. 7. 51 | T, H | 15 | 40 | Ei | |
| 13. 7. 51 | T, H | 10 | 34 | Eier | geschlüpft |
| 24. 7. 51 | T, H | 8 | 26 | 6 \| 8<br>1 \| 25 | ein Stad. 6 war eingegangen |
| 26. 7. 51 | T, H | 15 | 36 | 8<br>36 | (s. Anm. Tab. 2) |
| 26. 7. 51 | T, H | 18 | 34 | 8<br>34 | |
| 28. 7. 51 | T, H | 15 | 20 | Ei \| 8<br>3 \| 18 | |
| 28. 7. 51 | T, H | 12 | 44 | 8<br>44 | |
| 28. 7. 51 | T, H | 17 | 24 | 8<br>24 | |
| 28. 7. 51 | T, H | 8 | 28 | 5 \| 6 \| 7–8 \| 8<br>1 \| 1 \| 8 \| 18 | |
| 14. 8. 51 | T, H | 12 | 24 | 8<br>24 | |
| 14. 8. 51 | T, H | 15 | 27 | 8<br>27 | |

*Tabelle 3:* **Eigelege von** *Geophilus brevicornis*

| Datum | Fundort | Tiefe cm | Zahl | Stadium | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|---|
| 8. 6. 51 | T, H | 10 | | | |
| 19. 6. 51 | T, H | 15 | 35 | Ei | |
| 28. 6. 51 | T, D | 5 | 26 | Ei | teilweise |
| 18. 7. 51 | S, B | 14 | 36 | Eier<br>1 \| 4 \| 5 \| 6 \| 7 \| Ei | geschlüpft |
| 9. 7. 51 | T, H | 20 | 36 | 1 \| 2 \| 24 \| 6 \| 2 \| 1 | ein Stad. 4 war tot |
| 23. 7. 51 | S, H | 8 | 23 | 1 \| 7–8 \| 8<br>1 \| 7 \| 15 | |
| 23. 7. 51 | S, H | 7 | 13 | 8<br>13 | |
| 24. 7. 51 | S, H | 10 | 32 | 2 \| 3 \| 4 \| 5 \| 6 \| Ei<br>2 \| 5 \| 2 \| 11 \| 8 \| 4 | |
| 26. 7. 51 | S, H | 15 | 24 | 6 \| 7–8 \| 8<br>1 \| 2 \| 21 | |
| 28. 7. 51 | S, H | 14 | 21 | 8<br>21 | |
| 31. 7. 51 | S, H | 20 | 16 | 7–8 \| 8<br>3 \| 13 | |
| 31. 7. 51 | S, H | 10 | 22 | 8<br>22 | |
| 31. 7. 51 | S, H | 12 | 20 | 6 \| 7–8 \| 8 \| Ei<br>2 \| 13 \| 2 \| 3 | |
| 10. 8. 51 | S, H | 28 | 26 | 8<br>26 | |
| 10. 8. 51 | S, H | 20 | 25 | 8<br>25 | |
| 10. 8. 51 | S, H | 17 | 29 | 8<br>29 | |
| 14. 8. 51 | S, H | 10 | 24 | 8<br>24 | |
| 14. 8. 51 | S, H | 15 | 21 | 7–8 \| 8<br>2 \| 19 | |
| 14. 8. 51 | S, H | 16 | 16 | 8<br>16 | |
| 20. 8. 51 | S, H | 8 | 51 | teilweise bei der 2. Häutung | |
| 24. 8. 51 | S, H | 15 | 24 | 8 \| 8–II \| II<br>9 \| 12 \| 3 | + Exuvie des brüt. ♀ |
| 25. 8. 51 | S, H | 25 | 18 | 8 \| 8–II \| II<br>2 \| 2 \| 14 | + Exuvie des ♀ |
| 25. 8. 51 | S, H | 30 | 10 | 8–II \| II<br>1 \| 19 | + Exuvie des ♀<br>ein Teil der Brut hatte wohl das Muttertier verlassen |
| 25. 8. 51 | S, H | 25 | 37 | II<br>37 | + Exuvie des ♀ |
| 12. 9. 51 | S, H | 8 | 35 | II<br>35 | + Exuvie des ♀ |
| 12. 9. 51 | S, H | 7 | 23 | II<br>23 | ohne Exuvie des Muttertieres |

*Anmerkung:* Durch „T" sind Fundorte im Taunus bei Wiesbaden, mit „S" solche im Grüngürtel von Mainz gekennzeichnet.

Die in der Spalte „Stadium" jeweils in der oberen Zeile angeführten Entwicklungsstadien befinden sich auf folgenden Abbildungen:

| Stadium: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7–8 | 8 | II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| auf Abbildung: | 4 | 5 | 6 u. 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | nicht abgebildet. |

schwankt bei *Geophilus brevicornis* zwischen 51 und 13. Die mittlere Eizahl von 24 Gelegen ist 25. Von *Scolioplanes crassipes* fand ich ein Weibchen mit 15 Eiern. *Chaetechelyne vesuviana* legte 17 Eier ab.

### *B. Pflege und Verteidigung der Brut*

Schon Fabre beobachtete einen *Geophilus elektricus*, der sich spiralig zusammengekrümmt über seine Eier gelegt hatte. Später hatten noch weitere Forscher für andere Chilopodenarten diese Art der Brutpflege nachgewiesen. Genauere Mitteilungen von einer Brutpflege bei *Scolopendra* verdanken wir Heymons. Er glaubt, daß eine solche Pflege der jungen Brut bei *Scolopendra* durchaus erforderlich sei, indem er berichtet: „Trotz zahlreicher und mit allen erdenklichen Vorsichtsmaßregeln unternommener Versuche ist es mir nicht ein einziges Mal gelungen, die äußerst hinfälligen Eier ohne die Mutter selbst nur wenige Tage hindurch am Leben zu erhalten." Als Grund hierfür vermutet er, daß die Weibchen die Eier wohl ständig durch ein Drüsensekret in einem gewissen Grade feucht halten. Ferner verhindert das Muttertier einen direkten Kontakt der Eier mit dem Boden und damit eine Infektion durch Bakterien. Auch bei den *Geophilus*-Eiern wäre in der Natur eine Entwicklung ohne Brutpflege unmöglich. Denn immer wieder mußte ich feststellen, daß von dem Weibchen verlassene Eier eintrockneten oder bald von einem Schimmelrasen überzogen waren. Bei den untersuchten Geophiliden konnte ich nur unter besonderen Vorkehrungen Eier längere Zeit hindurch ohne die Mutter lebend erhalten und sogar zum Schlüpfen bringen. Hierbei entstanden oft größere Verluste, die vermutlich auf der Schwierigkeit beruhten, eine günstige Luftfeuchtigkeit längere Zeit beizubehalten. Die Infektionsgefahr ließ sich weitgehend eindämmen. Für die Entwicklung dieser vom Muttertier isolierten Eier benutzte ich dicht schließende Petrischalen, die mit frischer Erde aus etwa einem halben Meter Bodentiefe gefüllt waren. Dadurch wurde eine zu große Bodenfeuchtigkeit vermieden. Das zusammenhängende Eipaket legte ich auf ein frisches Blatt der Balsamine, *Impatiens*, oder rollte es in dasselbe ein. Unter solchen Bedingungen blieb die Brut, auch ohne das schützende Muttertier, entwicklungsfähig. Sowohl bei *Necrophloeophagus longicornis* als auch bei *Geophilus brevicornis* kommt es gelegentlich in der Natur vor, daß ein Ei des Geleges schlecht wird. So fand ich am 24. 7. unter der Obhut des Weibchens neben 25 lebenstüchtigen Embryonen (Stadium 8) ein totes Tier (Stadium 6). Die lebenden Jungtiere bildeten einen Knäuel um die leeren Eihüllen und das tote Tier. Trotzdem bestand in der von dem Weibchen behüteten Brut keinerlei Infektionsgefahr. Die gleiche Beobachtung bestätigte sich an anderen in der Natur eingegangenen Eiern oder Jugendstadien von Brutballen. Zweifellos übt hier das die Eier umhüllende Sekret eine desinfizierende Wirkung aus. Hieraus folgt, daß sich unter der Obhut des Weibchens die Brut auch dann ungefährdet weiterentwickelt, wenn ein Embryo davon abstirbt. Bei den genannten Geophiliden ist es also nicht erforderlich, daß das Weibchen eingegangene Tiere von der restlichen Brut entfernt, wie dies Heymons (1901) von Scolopendern beschreibt[3].

Wie aus Tabelle 2 und 3 zu ersehen ist, erstreckt sich die Brutpflege

[3] „Selbst bei den in meinen Terrarien unter mütterlicher Obhut befindlichen Gelegen kam es gelegentlich vor, daß einzelne Eier schlecht wurden. Derartige Eier werden aber stets von der Mutter entfernt, und zwar, wie ich vermute, einfach aufgefressen, so daß eine Ansteckung der gesunden Eier verhütet wird."

bei *Geophilus brevicornis* und *Necrophloeophagus longicornis* auf eine Zeit von etwa drei Monaten. Während dieser Zeit nimmt das Muttertier keine Nahrung zu sich, da es ortsgebunden ist und daher keine Beute erjagen kann. Schon wenige Tage nach der Eiablage sind die Tiere hungrig. Einmal legte ich neben ein brütendes Weibchen von *Chaetechelyne vesuviana* in zwei Zentimeter Abstand ein Stück eines *Lumbricus*. Das Tier blieb nach wie vor zusammengerollt (Abb. 2). Erst nachdem ich den Regenwurm dichter heranbrachte, spreizten sich die zuvor dicht zusammengeschlossenen Körpersegmente in der oberen Hälfte der Brutkugel auseinander. Zuerst zeigten sich die unruhig schlagenden Antennen; die Kieferfüße packten dann sofort die mit der Pinzette gehaltene Beute. Die drei ersten Laufbeinpaare umklammerten Pinzettenspitze und Wurm. Als ich nun versuchte die Pinzette zurückzuziehen, fiel die Beute zur Erde. Sofort entwand sich die Brutspirale noch stärker, denn das Weibchen suchte jetzt nach der saftigen Beute. Schließlich hatte es alle Beinpaare auf den Boden aufgesetzt, und das Eipaket haftete nur noch, dank des Sekretes, auf dem Rücken der Mutter. Nachdem er die Beute erfaßt hatte, wollte sich der Geophilide wieder in der ursprünglichen Spirale um den Eiballen schlingen. Dies gelang ihm selbst nach mehreren Stunden noch nicht. Erst am folgenden Tag hielt das Muttertier die Brut wieder normal umschlossen. Auch gegenüber geringeren Störungen sind die ihre Brut schützenden weiblichen Geophiliden empfindlich. Bereits bei einem sehr vorsichtigen, erschütterungsfreien Aufdecken der Zuchtschalen, unter Vermeiden eines Luftzuges, entwinden sich meist die zusammengekrümmten Weibchen, infolge der Feuchtigkeitsänderung und der Belichtung. Zuweilen läuft sogar bei einer starken Beunruhigung das Tier mit dem auf den dorsalen Segmenten haftenden Eiballen davon. Hierbei lösen sich oft einzelne Eier und fallen zur Erde, oder das gesamte Eipaket rutscht bei dem raschen Laufe ab. Mehrmals versuchte ich vergeblich, solche frisch zu Boden gefallene Eier dem Weibchen wieder zur Pflege zu geben, falls es sich in der verdunkelten Schale erneut um das restliche Eihäuflein rollte. Obwohl ich diese Eier bei Dämmerlicht vorsichtig herangebracht hatte, nahm das Muttertier ein einmal auf den Boden gefallenes Ei nicht wieder an. Bei *Chaetechelyne vesuviana* lag eines Morgens ein gutes Ei neben dem zusammengekrümmten Muttertier. Es war offenbar bei einer zu starken Aufrollung der Brutkugel herausgefallen. Auch um dieses Ei kümmerte sich das Bruttier nicht mehr; legte ich es auf das Muttertier, wurde es abgewiesen. Hieraus erkennt man, daß ein Ei oder vollständiges Eipaket nicht wieder aufgenommen wird, sofern es einmal zu Boden gefallen ist.

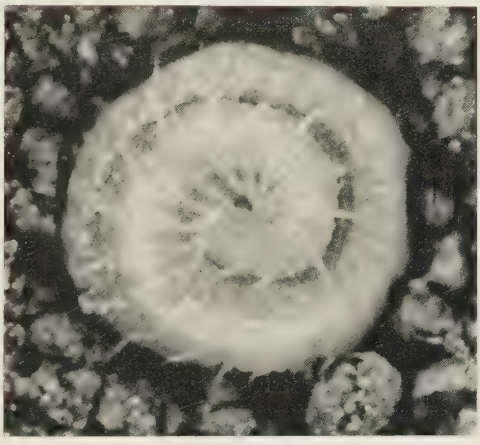


*Abb. 2. Chaetechelyne vesuviana.* Das Weibchen bildet um die junge Brut eine dicht schließende Kapsel, wobei die Ventralseite nach außen gerichtet ist

Solange das Muttertier seine Brut umschlossen hält, beschützt es dieselbe gut. So konnte ich einmal bei dem brütenden Weibchen von *Chaetechelyne* ein darüber gedecktes Buchenblatt zurückbiegen, an dem sich das Tier angekrallt hatte. An der senkrecht stehenden Blattfläche hielt es sich angeklammert, wobei die unteren Windungen fest zusammengeschlossen blieben und dadurch ein Herabfallen der gesamten Eikugel verhinderten, während sich die Windungen der oberen Hälfte auseinanderspreizten.

Die Fürsorge erstreckt sich nicht nur auf eine sorgsame Pflege der Brut, sondern diese wird gegebenenfalls sogar verteidigt. Ein *Necrophloeophagus longicornis*-♀ war mit einem gleich großen Muttertier der gleichen Art zusammen. Letzteres hatte in der Petrischale seine Eier abgesetzt und sich zur Brutpflege um sie gekrümmt. Schon vor der Eiablage waren beide Tiere zusammen und bekämpften sich nur selten einmal eine kurze Zeit. Bei einer Beobachtung der Schale fiel es auf, daß der brütende Geophilide Kopf und die ersten Laufbeinsegmente zur Seite weggestreckt hatte. Die Beine bewegte er immer unruhig. Als ich abends die Zuchtschale in schwachem Rotlicht betrachtete, erkannte ich die Ursache für diese Unruhe, denn beide Tiere bekämpften sich heftig. Das seine Brut beschützende Weibchen lag dicht am Schalenrand, während der Angreifer Kopf und vordere Beinsegmente senkrecht aufgerichtet hatte und in dieser Haltung an das brütende Weibchen heranrückte. Auf die gleiche Art hatte das Bruttier die vorderen Segmente seitwärts gestreckt und aufgebäumt, während es unruhig mit den Antennen vibrierte. Nachdem beide Weibchen die Fühler gekreuzt hatten, versuchten sie sich blitzschnell mit den Kieferfüßen zu zwicken. Trotz der anstrengenden Abwehrhaltung blieben die Eier stets von etwa zwei Drittel des Weibchens umschlungen. Das Muttertier zeigte nicht die geringste Neigung zur Flucht, sondern behauptete seine Brutstätte erfolgreich bei jedem erneuten Angriff. Den Angreifer hielt es stets auf der Distanz, bis zu der es den Kopf wegstrecken konnte. Oft lief der angreifende Geophilide in entgegengesetzter Richtung davon und kam nach einem Rundlauf von der Gegenseite an die Brut heran. Hatte das schützende Weibchen den Kopf noch in der alten Richtung, dann schnellte es rasch nach der Gegenseite, das heranrückende Tier zurückweisend. Dabei geriet das Muttertier in solche Erregung, daß es alle Seitenfüßchen lebhaft bewegte. So blieben die Eier trotz der zahlreichen und meist lang anhaltenden Angriffe wohlbehalten auf dem Muttertier liegen. Ich ließ die beiden Geophiliden nach wie vor beisammen. Nach neun Tagen konnte ich immer noch die gleiche Beobachtung machen, daß die Eier, von der Mutter wohlgeborgen, gegen jeden Angriff geschützt blieben. Als ich nach zwei Tagen erneut kontrollierte, war keines der Eier mehr aufzufinden. Dies ist nur so zu erklären, daß bei einem der zahlreichen Angriffe die Eier zu Boden fielen. Damit war eine Brutpflege erloschen, und beide Weibchen haben vermutlich die Eier aufgefressen.

Um zu prüfen, ob das Muttertier die eigenen Eier oder Junge auffrißt, habe ich in der Natur gegrabene Weibchen einzeln mit ihrer Brut in eine Schale gesetzt und gefüttert. Hierbei mußte ich feststellen, daß die meisten Geophiliden die eigene Brut nicht schonten, sondern verzehrten. So habe ich das *Necrophloeophagus*-♀ vom 28.7. am gleichen Tag, an dem ich es ausgrub, zu seinen 24 Embryonen gesetzt und gefüttert (Tab. 2). Innerhalb von knapp zwei Stunden hatte das Weibchen bereits 17 eigene Junge aufgefressen. Es ließe sich eine Reihe ähnlicher Beispiele anführen, die alle zeigen, daß die Mutter die eigenen Nachkommen trotz Fütterung auffrißt, sobald

sie nicht mehr um die Brut geschlungen ist. Die Brutpflege währt demnach nur so lange, als das Weibchen sein Gelege umschlossen hält.

Daß die Brutpflegeperiode mit der Häutung des Muttertieres zusammentreffen kann, zeigte mir ein am 13. 8. gefundenes Weibchen von *Geophilus brevicornis* (Tabelle 3), das sich am 16. 8. häutete, obwohl die Embryonen noch im ersten Embryonalstadium waren und somit der mütterlichen Pflege bedurften. Zunächst glaubte ich an ein zufälliges, unglückliches Zusammentreffen von Brutperiode und Häutung. Bei dem oft langwierigen Häutungsvorgang mußte man annehmen, daß vorübergehend der Kontakt mit der Brut gelöst würde, diese dadurch zu Boden fiele und unweigerlich umkommen würde. Spätere Beobachtungen belehrten mich jedoch eines Besseren, denn alle nach dem 20. 8. bei der Brutpflege angetroffenen Weibchen von *Geophilus brevicornis* hatten sich, von einer Ausnahme abgesehen, gehäutet. Die Bruttiere waren teils noch weißlich, ein Zeichen, daß die Häutung erst vor wenigen Tagen erfolgt war und der Chitinpanzer noch nicht erhärtet war. Von jedem dieser Muttertiere war die Exuvie in der normal zusammengeschobenen Form inmitten der von ihm umschlossenen jungen Tiere zu finden (Tab. 3). Bei *Geophilis brevicornis* trifft demnach die Häutung des Muttertieres mit seiner Brutpflegeperiode zusammen, ohne daß dieselbe dadurch unterbrochen wird.

Trotz dieser lang andauernden Pflege und Verteidigung der jungen Brut werden die Fürsorgehandlungen nur so lange ausgeführt, als das Weibchen seine Eier oder Junge mit der Dorsalfläche umschlossen hält. Wird vorübergehend der Kontakt zwischen Brut und Muttertier gelöst, dann wird die Brutpflege nicht länger fortgesetzt.

Nach Heymons (1901)[4] ist die Schlinge, in der das Weibchen seine Eier umschlossen hält, als Folge eines „Reflexes" anzusehen. (Heute ist dieses Verhalten des Weibchens als Instinkt aufzufassen.) Es gelang ihm nämlich bei einem Scolopender den Eiballen durch einen Kieselstein zu ersetzen, der fünf Tage hindurch an Stelle der Eier umklammert wurde. Während der lang andauernden Brutperiode ist eine Verteidigung der Eier durchaus erforderlich. Als Feinde finden sich in den größeren Bodentiefen vor allem dem Muttertier unterlegene Insekten oder andere Chilopoden. Gegen sie kann die Brut erfolgreich verteidigt werden. Selbst den gleichstarken Artgenossen kann sich ein solches Weibchen erfolgreich widersetzen. Zumal der Angreifer nach mehreren vergeblichen Versuchen, zur Brut zu gelangen, ohnehin abläßt und in den zahlreichen Bodengängen wegläuft, um vielleicht nie mehr mit diesem Weibchen zusammenzutreffen. *Lithobius*, ein den Geophiliden überlegener Feind, findet sich durchweg in der Bodenstreu und dringt nicht in die Tiefe vor, in der die Eiablage erfolgt. Unter natürlichen Gegebenheiten ist der beschriebene Schutz der Eier und Embryonen der Geophiliden völlig ausreichend.

### *C. Öffnung der Eischale und Entwicklung unter mütterlichem Schutz*

Die Eier von *Necrophloeophagus longicornis, Geophilus brevicornis* und *Chaetechelyne vesuviana* benötigen zu ihrer Entwicklung durchschnittlich 30 bis 40 Tage. Bereits die Entwicklungsdauer der Eier des gleichen Geleges

[4] „Die Beibehaltung der eigentümlichen eingekrümmten Stellung des Muttertieres erklärt sich vielmehr infolge eines Reflexes, welcher durch die Eiablage und die darauf folgende Berührung des kugeligen Eihaufens mit der Ventralfläche des Tieres ausgelöst wird."

kann beträchtlich schwanken (Tab. 2 und 3). Die in der Natur Anfang Juni abgelegten Eier beginnen im Juli zu schlüpfen.

Die kugeligen Eier sind von einer strukturlosen, festen chitinigen Hülle umgeben. Vor dem Schlüpfen zeigen sie keine auffallende Formveränderung. Während das Ei zunächst trübe und undurchsichtig ist, hellt es sich einige

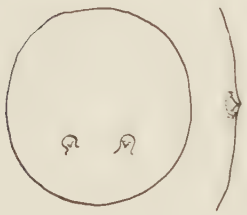


*Abb. 3.* Ei von *Necrophloeophagus longicornis* kurz vor dem Schlüpfen. Die Eizähne sind gegen die Eihülle angedrückt

*Abb. 4. Necrophloeophagus longicornis.* Der Eizahn einer hinteren Maxille wird längs der Rißlinie geführt

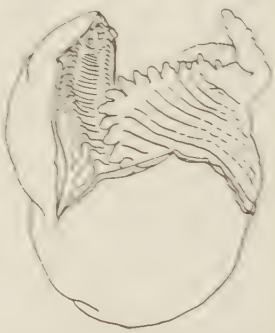


*Abb. 5.* Embryo von *Necrophloeophagus longicornis* nach beendetem Schaleneinriß

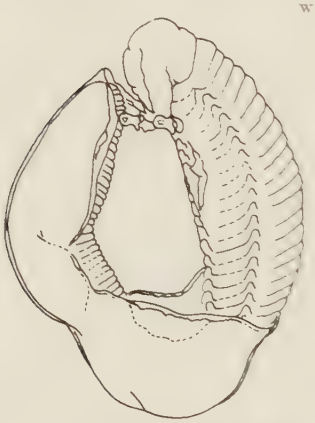


*Abb. 6. Necrophloeophagus longicornis.* Der Embryo quillt aus der Eihülle heraus. Die Antennen, Mund- und Kieferfüße sind noch ungegliedert

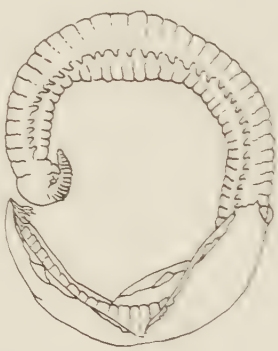


*Abb. 7. Necroploeophagus longicornis* nach Streckung des Vorderkörpers und ventralem Einriß der Cuticula

*Abb. 8.* Der Embryo von *Necroploeophagus longicornis* ist beträchtlich in die Länge gewachsen. Hierbei wird die Dottermasse im vorderen Rumpfdrittel mehr und mehr verdrängt

Stunden vor dem Schlüpfakt auf. Jetzt werden von innen zwei chitinige Eizähne gegen die Eihülle gedrückt. Sie sitzen als Differenzierung der Embryonalhaut auf gelblichen Hohlkappen[5]. Bei seitlicher mikroskopischer Betrachtung ist deutlich zu sehen, wie die Spitze der Eizähne gegen die Eihülle angedrückt wird (Abb. 3). Hierdurch entsteht zunächst ein kleiner Einriß, der sich auf der von dem eingeschlossenen Embryo gespannten Eischale bald vergrößert. Indem der Geophilide die zunächst dicht aufeinandergepreßten Ventralflächen auseinanderdrückt, erweitert er abermals die Rißlinie. Neben

[5] E. Metschnikoff (1875) hat bei einem nicht näher bestimmten Geophiliden ein „Bohrorgan" beschrieben.

dem ersten Einreißen sind die Eizähne auch aktiv tätig, denn sie werden längs der Schnittlinie (Abb. 4) bewegt.

In den beobachteten Fällen erfolgte der erste Einriß quer zur Sagittalebene des Embryos und setzte sich um den Eiumfang fort. Die dabei entstehenden Kugelkappen blieben auf der Dorsalseite des Tieres verbunden. Bei starker Vergrößerung zeigt sich die frische Rißlinie fein ausgezackt. Wird sie später betrachtet, erscheint sie völlig glatt, da sich die zarten Schnittränder jetzt umgerollt haben. Ist die Eischalenöffnung so weit vorbereitet, kommt in der Regel der Kopf zuerst aus der Umhüllung frei. Da sich das Tier in diesem Entwicklungsstadium nur wenig bewegen kann, dauert der gesamte Schlüpfvorgang mehrere Stunden. In kurzen Abständen krümmt es sich mehrmals zusammen und spreizt beide Körperhälften wieder auseinander. Hierauf folgen wiederum lange Ruheperioden. Im jetzigen Entwicklungszustand zeigt der Körper starke Unterschiede in der Dicke, denn im Kopfteil ist wesentlich mehr Dotter gespeichert.

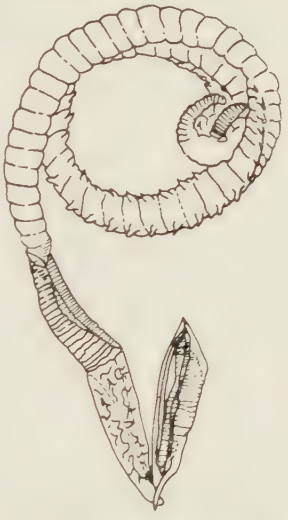


*Abb. 9.* Durch heftiges Winden zieht sich der Embryo aus seiner Cuticula, die noch z. T. an der Eihülle herausragt

Die Antennen sind undeutlich segmentiert, die Kieferfüße stummelförmig und die Beinpaare als unförmige Höcker vorhanden (Abb. 5). Während der weiteren Entwicklung streckt sich die Vorderhälfte unter Dotterverbrauch stark in die Länge. Nun beginnt der Embryo die dünne embryonale Cuticula mit den daranhängenden Eizähnen abzustreifen (Abb. 6). Zuerst bildet sich in der Cuticula ein ventraler Riß. Bei der einsetzenden Häutung bleiben die chitinigen Hohlkappen mit den aufsitzenden Eizähnen an dem über den Endsegmenten befindlichen Schalenende haften. Bei starker mikroskopischer Vergrößerung sind an diesem Eischalenende fadenartige Gebilde sichtbar, die vermutlich eine erhärtete Masse darstellen, mit deren Hilfe die Cuticula an der Eischale anhaftet. Sobald die embryonale Cuticula an diesem Schalenende festhängt, kann sie das Tier, zusammen mit der Eihülle, abstreifen. Das Stadium der Abb. 7 zeigt einen Geophiliden, der bereits Kopf und einige daran anschließende Körpersegmente aus der ersten Cuticula befreit hat. Die Antennen sind 14gliedrig, und die Kieferfüße weisen eine beginnende Differenzierung auf, während die Laufbeine noch immer stummelförmig sind. Dadurch nimmt der Embryo allmählich die definitive Körpergestalt an. Sein Querschnitt weist zwar noch nicht die charakteristische Abflachung auf, sondern zeigt eine mehr rundliche Form. Im jetzigen Stadium bewegt sich der Geophilide stärker, indem er sich spiralig einkrümmt und wieder auseinanderschnellt, sucht er Eischale und Cuticula abzustreifen.

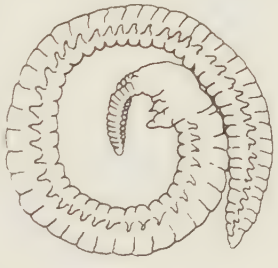


*Abb. 10.* *Necrophloeophagus longicornis* 2. Embryonalstadium

In der Regel wiederholen sich diese Bewegungen mehrmals, ohne daß

sich der Embryo ein weiteres Stück aus der Cuticula befreien konnte. Der Schlüpfakt stellt an das Tier große Anforderungen, da es noch nicht über eine große Beweglichkeit verfügt. Daher folgen auf solche Bewegungsperioden meist stundenlange Ruhepausen. Durch das Verkleben der mit dem Sekret überzogenen Eier wird die Häutung und Eischalenabstreifung wesentlich erleichtert. Ohne ein Ankleben der Eihüllen könnte sich der unbeholfene Embryo unmöglich aus seinen Umhüllungen befreien. Legt man ein teilweise gehäutetes Tier außerhalb des Brutballens, so ist es kaum fähig, sich völlig zu häuten. Da bei jeder Bewegung die Eihülle nachgeschleift wird, kann das Tier auf letztere keinen Zug ausüben. Unter großer Anstrengung sucht der Embryo beide Hüllen gleichzeitig abzustreifen. Er windet sich schneller als zuvor zusammen und schnellt dann in eine gestrecktere Lage zurück. Wie aus Abb. 9 hervorgeht, zieht auf der Innenseite der Eischale die Cuticula entlang. Aus der spelzig zusammengeklappten Eihülle ragt die embryonale Cuticula heraus, die das Tier gerade völlig abstreifen will. Durch vorausgehende starke Bewegungen ist diese Haut meist verdreht und kaum zu erkennen. Der nunmehr gehäutete Geophilide verharrt noch längere Zeit in der zusammengeringelten Stellung (Abb. 10). Im Verlauf der weiteren Entwicklung wird die Dottermasse zuerst in den vorderen Körpersegmenten aufgebraucht. Gleichzeitig erfolgt eine allmähliche Gliederung der Laufbeine. Coxaldrüsen sind an der Genitalregion dieses Entwicklungsstadiums noch nicht vorhanden.

Mit dieser ersten Häutung und Eischalenabstreifung tritt der Embryo in das zweite Embryonalstadium ein. Der gesamte Vorgang, vom Beginn der Eischalensprengung bis zu dem Abstreifen derselben mit der embryonalen Cuticula, dauert mehrere Tage. Die bei *Necrophloeophagus longicornis* geschilderte Eihüllenabstreifung vollzieht sich bei *Geophilus brevicornis* auf die gleiche Art.

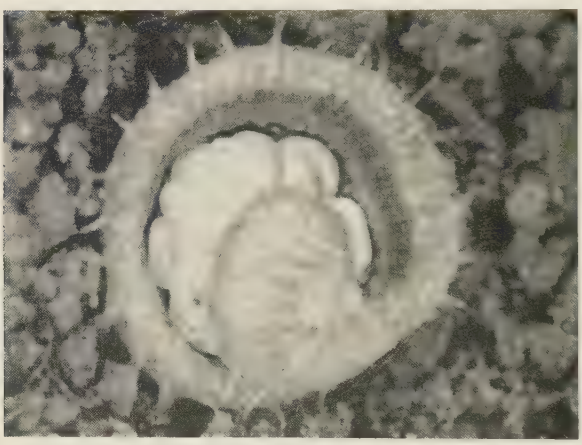


*Abb. 11. Chaetechelyne vesuviana.* Die durch das Aufdecken der Zuchtschale bedingte Störung veranlaßte das ♀, die Windungen zu lockern

Die Tiere des zweiten Entwicklungsstadiums sind noch immer von einer dünnen, strukturlosen Cuticula umgeben. Auch jetzt verbleiben die Tiere noch unter der mütterlichen Obhut (Abb. 11). Nahrung nehmen sie noch keine auf. Allmählich erlangen sie eine größere Beweglichkeit. Die Laufbeine tragen jetzt Krallen und sind gegliedert. Ferner zeigen die Kieferfüße die volle Gliederung. Nach etwa einem Monat häutet sich der Geophilide abermals. Wie bei den folgenden Häutungen öffnet sich die Cuticula an präformierter Rißstelle des Kopfes und wird in der normalen Art zusammengeschoben. Infolge der schwachen Chitinisierung ist die Exuvie weißlich, nur die Kieferfüße sind bereits gelblich. Mit der zweiten Häutung tritt der Geophilide in ein *Übergangsstadium* ein.

*Übergangsstadium*

Der Entwicklungszustand ist so benannt, da sich in ihm der Übergang zum freilebenden Geophiliden vollzieht. Die Geschlechter lassen sich noch nicht mit Sicherheit auf Grund der charakteristischen Gonopoden unterscheiden, da sie nur der Anlage nach vorhanden sind. Die voll entwickelten Kieferfüße sind erstmals funktionsfähig. Die Geophiliden sind nun auf Nahrungsaufnahme angewiesen, da der Dotter des Darmes allmählich aufgebraucht wird. Ich konnte gelegentlich beobachten, daß diese Tiere mit den erstarkten Kieferfüßen bereits in einen kleinen Regenwurm einhakten, obwohl sich die Tiere noch unter mütterlichem Schutz befanden, unter dem sie überhaupt den größten Teil dieses Entwicklungsstadiums verbringen. Obschon die Geophiliden frühzeitig voll ausgebildet sind, verbleiben sie dennoch eine möglichst lange Zeit unter der Obhut des Muttertieres. Ein am 30. 8. ausgegrabenes Weibchen beschützte vorwiegend Tiere des Übergangsstadiums. Das isolierte Gelege brachte ich in eine Zuchtschale. Nachdem alle Geophiliden in das letztere Stadium eingetreten waren, blieben sie noch nahezu einen Monat in zusammengeknäuelter Lage beisammen liegen. Obwohl sie selbständig waren, zerstreuten sie sich noch nicht. Erst gegen Ende dieser Entwicklungsstufe wird das Brutgeschäft beendet, vermutlich dadurch, daß sich die bisher gehegten Tiere aus Nahrungsdrang im Boden verteilen.

### *D. Freilebende Entwicklungsstadien*

Bis zur Erlangung der Geschlechtsreife häuten sich die Tiere noch mehrmals. Ferner erfolgt am geschlechtsreifen Maturus jährlich eine Häutung, und zwar im Sommer. Beim Weibchen erfolgt letztere während der Brutperiode oder im Anschluß daran. Die Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien und die Körperlänge der jeweiligen Entwicklungsstufe sind aus Tab. 4 und 5 zu ersehen. Zur Erklärung der Zahlen in den Tabellen sei Tab. 4 näher erläutert. Ein im Frühjahr gefangener *Necrophloeophagus longicornis* legte am 3. 6. seine Eier ab. Die Eientwicklung war mit der am 13. 7. stattfindenden Eischalenabstreifung und der damit verknüpften ersten Häutung beendet. Nach etwa einem Monat war das zweite Embryonalstadium abgeschlossen, und das gleiche Tier stand am 14. 7. abermals im Begriff, sich zu häuten. Auch das dritte Embryonalstadium war nach etwa monatlicher Dauer mit der am 25. 9. stattfindenden dritten Häutung beendet. Alle weiteren Häutungen erfolgten am freilebenden *Necrophloeophagus longicornis*. Die Dauer der drei embryonalen Entwicklungsabschnitte beträgt jeweils einen Monat, während das nun folgende Übergangsstadium sich auf einen Zeitraum von nahezu zwei Monaten erstreckt. Alle folgenden Entwicklungsperioden sind von einer längeren Dauer. Im 11. häutete sich der Geophilide zum 5. Male. Im folgenden Jahr machte *Necrophloeophagus* die 6.—8. Häutung durch und erreichte erst im nächsten Jahre mit der 9. Häutung das Stadium des Maturus.

Nach fast zwei Jahren war bei beiden Arten, nach jeweils 9 Häutungen, die Geschlechtsreife erreicht.

Schon im Verlauf der ersten freilebenden Entwicklungsperioden erstarkt das Chitinskelett und nimmt seine typische Gelbfärbung an. Gleichzeitig zeichnen sich auf ihm Gruben und die anderen Differenzierungen deutlich ab. Die anfangs gelblichen Kieferfüße werden infolge der stärkeren Chitinisierung allmählich dunkler, um am geschlechtsreifen Maturus in die schwarz-

braune Färbung überzugehen. Der Maturus zeigt dem Halbwüchsigen gegenüber einige namhafte Unterschiede. Das geschlechtsreife Männchen zeichnet sich gegenüber dem gleichaltrigen Weibchen durch verdickte Endbeintelepodite und am Endbeinsegment durch einen reichlicheren Besatz kurzer Borsten zwischen den längeren Tastborsten aus. Dem geschlechtsreifen Weibchen fehlt diese pelzige Behaarung gänzlich.

*Die Häutung*

Bei allen freilebenden Entwicklungsstadien vollzieht sich die Häutung in der gleichen Weise. Der Häutungsvorgang wird durch das Aufplatzen der alten Chitinhülle eingeleitet. Die dorsale Kopfplatte reißt im Bereich der *Lamina frontalis* quer ein. Nach rückwärts folgt der Häutungsriß der Seitennaht der Kopfplatte bis zum folgenden Kieferfußtergit, auch dieses teilweise abtrennend. Aus der Häutungsöffnung schiebt sich das Tier nach vorn heraus, wobei die Antennen mit dem vorderen Teil der Kopfplatte nach der Ventralseite abgebogen werden. Durch das Umbiegen nach der Oralseite, das unter der Mitwirkung der Kieferfüße erfolgt, wird das vordere Kopfdrittel mit Antennenbasis zuerst aus der alten Chitinhülle befreit. Das Kopf-

*Tabelle 4*

*Necrophloeophagus longicornis* Leach **Entwicklungsstadien**

| | Zuchtergebnis (Daten von einem Tier) | Körperlänge (cm) |
|---|---|---|
| Eiablage<br>1. Embryonalstadium | 3. Juni 1951 | |
| 1. Häutung u. Eischalenentfernung<br>2. Embryonalstadium | 13. Juli 1951 | |
| 2. Häutung<br>3. Embryonalstadium | 14. August 1951 | |
| 3. Häutung<br>Übergangsstadium | 25. September 1951 | 1,0 |
| 4. Häutung<br>1. freilebendes Stadium | 30. Oktober 1951 | 1,1 |
| 5. Häutung<br>2. freilebendes Stadium | November 1951 | 1,4 |
| 6. Häutung<br>3. freilebendes Stadium | März 1952 | 1,7 |
| 7. Häutung<br>4. freilebendes Stadium | Juli 1952 | 2,1 |
| 8. Häutung<br>5. freilebendes Stadium | Oktober 1952 | 2,7 |
| 9. Häutung<br>6. freilebendes Stadium<br>= Maturus | März 1953 | 3,1 |
| 10. Häutung<br>7. freilebendes Stadium | August 1953 | 3,7 |
| 11. Häutung<br>8. freilebendes Stadium | | 4,2 |

segment schiebt sich zunächst nach vorn oben heraus und zieht dabei Kieferfüße und Mundgliedmaßen aus der Hülle. Gleichzeitig werden die basalen Antennenglieder mit gehäutet. Nun drängt der Geophilide nach vorn aus dem Chitinskelett und befreit dadurch die noch immer auf der Ventralfläche anliegenden Antennen gänzlich. Die bereits gehäuteten Kieferfüße umfassen zunächst die Basalglieder der Antennen. Die unmittelbar am Häutungsfenster angelangten Segmente kontrahieren die weicheren Pleuralteile, wobei die Laufbeine dieser Segmente aus ihrer Chitinhülle gezogen werden. Durch diese Kontraktionen und heftiges Winden der schon freien Körpersegmente arbeitet sich das Tier allmählich durch die enge Öffnung. Dabei können sich die noch in der alten Hülle eingeengten Körperpartien kaum bewegen, denn hier sind die meisten Laufbeine schon aus ihrer Umkleidung gezogen und werden durch die enge, alte Chitinhülle an die Pleuralteile angepreßt. In Abb. 12 sind nur noch die 5—7 letzten Laufbeinpaare in ihrer chitinigen Umhüllung eingeengt, während die nach vorn gelegenen aus jener herausgezogen sind und durch die Exuvie fest angedrückt werden.

Im Verlauf der Häutung wird das Chitinskelett in dem Maße zusammengeschoben, als sich weitere Körperabschnitte befreien können. Natürlich wird das Tracheensystem mitgehäutet. Die an die Tracheentaschen sich anschließenden chitinösen Tracheenauskleidungen bleiben mit dem exuvialen Stigmum in Verbindung. In den abgeworfenen Exuvien ziehen innen diese

*Tabelle 5*

*Geophilus brevicornis* C. Koch **Entwicklungsstadien**

| | Zuchtergebnis (Daten von einem Tier) | Körperlänge (cm) |
|---|---|---|
| Eiablage<br>1. Embryonalstadium | 8. Juni 1951 | |
| 1. Häutung u. Eischalenentfernung<br>2. Embryonalstadium | 9. Juli 1951 | |
| 2. Häutung<br>3. Embryonalstadium | 11. August 1951 | |
| 3. Häutung<br>Übergangsstadium | 16. September 1951 | 1,1 |
| 4. Häutung<br>1. freilebendes Stadium | 21. November 1951 | 1,5 |
| 5. Häutung<br>2. freilebendes Stadium | Dezember 1951 | 2,1 |
| 6. Häutung<br>3. freilebendes Stadium | März 1952 | 2,7 |
| 7. Häutung<br>4. freilebendes Stadium | Juli 1952 | 3,1 |
| 8. Häutung<br>5. freilebendes Stadium | Oktober 1952 | 3,7 |
| 9. Häutung<br>6. freilebendes Stadium<br>= Maturus | März 1953 | 4,2 |
| 10. Häutung<br>7. freilebendes Stadium | August 1953 | 5,0 |

*Abb. 12.* Häutung von *Necrophloeophagus longicornis* (mittleres Stadium). Exuvie an zwei Stellen dicht zusammengeschoben

von den Stigmen ausgehenden Tracheenbüschel zu beiden Seiten entlang. Die chitinösen Hohlzylinder mit dem innen anliegenden Spiralfaden werden während der Häutung in dem Maße herausgezogen, wie sich die Exuvie zusammenschiebt und der Geophilide ausschlüpft. Oft laufen diese bereits zu einem Strang verklebten Exuvialtracheen an den Pleuren der frisch gehäuteten Körperpartien entlang und enden innerhalb der Exuvie. Vor der Häutung wird das Chitinskelett sehr geschmeidig. Ohne ein solches Aufweichen wäre es undenkbar, daß gerade die stark chitinisierte Kopfplatte quer einreißen könnte. Ferner ist nur dadurch das enge Ineinanderschieben jedes Exoskelettes möglich (Abb. 13), wobei das erweichte Chitin jede nun erfolgende Deformation beibehält, denn wenige Stunden nach dem Häutungsablauf ist die Chitinhülle wieder starr.

*Abb. 13.* Zusammengeschobene Exuvie eines eines *Necrophloeophagus longicornis*

Falls die Häutung störungsfrei abläuft, ist sie nach 3—4 Stunden beendet. Gelegentlich kommt es aber beim Abstreifen der Haut zu Unfällen. In meinen Zuchten fand ich mehrmals Tiere, die sich nur teilweise gehäutet hatten. Blieb dabei der Kopf mit den Mundgliedmaßen in der alten Hülle eingeschlossen, dann waren diese Partien, infolge der Chitinerweichung, bald mit Erde verkrustet. Als Folge hiervon konnten die Tiere bald keine Nahrung mehr aufnehmen und mußten zugrunde gehen. Einmal fand ich ein Weibchen von *Geophilus brevicornis,* dessen 20. und 21. Laufbeinsegment nicht gehäutet war. Dadurch war das Tier nicht behindert, sondern blieb voll lebenstüchtig. Die Häutung findet in der Natur in einer Bodentiefe von mehreren Zentimetern statt. In dieser Tiefe drücken sich die Geophiliden ein kleines Kämmerchen in den lockeren Boden. Hierin verweilen sie noch ein bis zwei Tage nach erfolgter Häutung. Denn erst nach dieser Zeit ist das weiche, feuchte Außenskelett des frisch gehäuteten Geophiliden wieder erhärtet. Äußerlich ist dies daran zu erkennen, daß die weiße Färbung des frisch Gehäuteten wieder in die normale Farbe übergegangen ist. Erst nach dieser Ruhepause ist das Geophilide wieder frei beweglich. Solche frisch gehäuteten Tiere konnte ich in der Natur oft in der kleinen Erdhöh-

lung neben ihrer Exuvie antreffen, während sich in meinen flachen Zuchtschalen die Tiere auf der Erdschicht häuten mußten.

### 2. Ernährung

Die Geophiliden jagen kleinere Bodentiere, zarthäutige Insektenlarven und vorwiegend junge Regenwürmer. Daß diese Tiere die natürliche Hauptnahrung bilden, beweisen die Fälle, in denen Geophiliden beim Verzehren der genannten Beutetiere überrascht wurden. Unter einer Steinplatte fand ich einen *Necrophloeophagus*, der einen doppelt so langen Lumbriciden gepackt hatte. Aber auch andere kleinere Tiere können ihnen zum Opfer fallen, denn ein andermal traf ich einen *Necrophloeophagus*, der mit den Kieferfüßen die Reste einer ausgefressenen Assel umklammerte. Daß im Freien gelegentlich pflanzliche Kost verzehrt wird, zeigten einige noch nicht ausgewachsene Individuen von *Geophilus brevicornis*. Ihr Darminhalt schimmerte grünlich durch, vermutlich ein Zeichen, daß sich darin chlorophyllführende Pflanzenteile befanden. Zweifellos handelt es sich um eine Ausnahme, denn die räuberischen Tiere begnügen sich nur selten einmal mit Pflanzenkost. Auch in Gefangenschaft fressen sie nur dann an fleischigen Pflanzenteilen, wenn schon lange keine Fleischnahrung mehr vorhanden war. Bereits die Geophiliden des Übergangsstadiums greifen bisweilen kleinere Regenwürmer an. Ein eben erst beweglicher *Necrophloeophagus* hatte in einen etwa gleich langen Wurm die Kieferfüße eingestoßen, wurde aber immer wieder abgeschüttelt. In diesem Entwicklungsstadium müssen die Geophiliden mit zarten Insektenlarven oder sehr kleinen Regenwürmern vorlieb nehmen. Vereinzelt fressen sie auch Enchyträen. Collembolen, wie *Tomocerus*, kann ein Geophilide nicht erhaschen, denn bereits bei Berührung mit den langen Antennenborsten springen ihm diese davon. Entomobryiden wurden dagegen von Geophiliden gelegentlich gepackt und verzehrt. Während die stark gepanzerten Diplopoden, wie etwa *Armadillidium*, vor *Geophilus* geschützt sind, werden frisch gehäutete Geophiliden angefallen und völlig ausgefressen. Dies zeigt deutlich, daß vorwiegend die Stärke des Hautskelettes bei der Auswahl der Beutetiere entscheidend ist. Geophiliden greifen auch die jüngsten, schwach gepanzerten Entwicklungsstufen der Lithobiiden an. An ältere Tiere wagen sie sich natürlich nicht mehr. Gelegentlich fallen Geophiliden auch Insektenlarven an, falls sie sich gerade gehäutet haben. Ein hungriges Weibchen von *Necrophloeophagus longicornis* setzte ich zu einem in der Imaginalhäutung befindlichen *Lacon murinus*. Der Geophilide stieß seine Kieferfüße zwischen Scutellung und den Elytren ein und öffnete dadurch die noch nicht erhärtete Chitinhülle. So gelangte er leicht an die Weichteile des Käfers, die er jetzt teilweise ausfraß. Der ausgebildete *Lacon* ist dagegen durch seine Chitinpanzerung vor einem Geophiliden sicher.

Die Hauptnahrung meiner in Gefangenschaft gehaltenen Geophiliden bestand in Regenwürmern, die ihnen auch im Freien reichlich zur Verfügung stehen. Bekannt ist die Darstellung der Bewältigung eines solchen Regenwurms durch einen Geophiliden aus „Brehm's Tierleben". Taschenberg bemerkt hierzu, daß nach einem Regen die Geophiliden aus ihren Schlupfwinkeln hervorkommen, und „Dann kann es geschehen, daß sie ... über einen zehnmal größeren Regenwurm herfallen, denselben trotz allen Sträubens und krampfhaften Schlagens umwinden, wie die Riesenschlange ihr Schlacht-

*Abb. 14. Necrophloeophagus longicornis* hat in einen Regenwurm die Kieferfüße eingehakt

opfer, denselben aber nicht erdrücken, wie diese, sondern ihn zwickend und begeifernd endlich ermatten und durch ihr Gift töten". Bereits VERHOEFF betonte, daß es sich bei den von TASCHENBERG angeführten Geophiliden nur um einen vorübergehenden Angriff handeln konnte. Auf Grund zahlreicher Beobachtungen kann ich mit VERHOEFFS Ansicht völlig übereinstimmen und halte es auch für unwahrscheinlich, daß ein solch großer Regenwurm von einem *Geophilus* getötet worden sei (vielleicht war dieser Regenwurm durch Licht bereits stärker geschädigt?). Es möge nur der Angriff eines *Necrophloephagus* auf einen doppelt so langen Regenwurm erwähnt werden. Erst nach mehreren vergeblichen Versuchen konnte er die Kieferfüße in den Wurm einschlagen. Der Regenwurm konnte aber durch heftiges Schlagen und Winden den Angreifer mehrmals wieder abschütteln. Erst im Laufe der Nacht gelang es dem Geophiliden, kleinere Muskelstückchen loszureißen, wodurch eine kleine Wunde klaffte. Trotz der hohen Sommertemperatur blieb die Wunde ohne sichtbare Folgen. Der Regenwurm blieb völlig bewegungsfähig und zeigte keine Lähmungserscheinungen. Die Giftwirkung der Kieferdrüsen kann bei den betrachteten Arten nur sehr gering sein, denn auch an kleinen Regenwürmern war keine sichtbare Wirkung des Drüsengiftes zu bemerken. Abb. 14 zeigt einen jungen *Necrophloeophagus,* der sich in sein Opfer eingehakt hat, um kleinere Muskelstückchen aus ihm herauszureißen. Meist befreit sich der Regenwurm wieder durch heftiges Winden und kriecht davon. Größere Regenwürmer, die ich in den Petrischalen mit Geophiliden zusammenbrachte, blieben unverletzt. Beispielshalber waren zwei *Necrophloeophagus longicornis* mit einem doppelt so langen und etwa drei- bis viermal so dicken Wurm zusammen. Die Tiere hatte ich nicht gefüttert. Nach mehreren Wochen war der Wurm immer noch unverletzt, die beiden Geophiliden aber stark ausgehungert. Sie waren nicht imstande, diesen anzufallen, denn über jetzt hinzugelegte Wurmstückchen fielen sie gierig her. Hieraus und aus zahlreichen weiteren Beobachtungen ist zu folgern, daß die Geophiliden nur selten Würmer mit Erfolg anfallen, die größer als sie selbst sind. Besitzt nämlich der Regenwurm die mehrfache Körperlänge des Geophiliden, kann er von ihm nicht mehr bewältigt werden.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Geophiliden bevorzugt *Scolioplanes acuminatus* als Beutetiere die stark gepanzerten Juliden. In der Natur beobachtete ich drei *Scolioplanes* an einem bereits stark ausgefressenen

Juliden. Sie hatten die drei vorderen Körperringe an demselben ausgefressen, so daß diese abgefallen waren (Abb. 15). Tatsächlich hatten sie den *Julus* selbst erlegt, denn in Gefangenschaft ziehen Scoliplaniden diese Beute anderen Bodentieren vor. Sie öffnen das harte Skelett dieses Diplopoden in der Kopfgegend von der Ventralseite aus und fressen zuerst die Kopfkapsel aus, so daß diese abfällt und ihnen dadurch den Weg zu den übrigen Körperteilen öffnet. Nun wird die Beute allmählich ausgehöhlt, wobei die bereits abgefressenen Segmentringe keinen Halt mehr haben und abfallen. Dadurch wird dem Räuber der Zutritt zu den übrigen Weichteilen erleichtert.

*Abb. 15. Scolioplanes acuminatus* beim Verzehren eines bewältigten Juliden

### 3. Feinde und Parasiten der Geophiliden

Zu den größeren Feinden der Geophilomorphen zählen Mäuse und Maulwürfe (Verhoeff). Letzteren wird die Erbeutung der Geophiliden erleichtert, denn mehrmals konnte ich beobachten, daß besonders in festerem Boden Maulwurfshügel von weiblichen Geophiliden aufgesucht werden, um hierin die Eier abzulegen.

Um das Verhalten der Geophiliden anderen Bodenbewohnern gegenüber aufzuzeigen, führe ich eine Reihe von kleineren Tieren an, die mit Geophiliden zusammentrafen. Unter einem flachen Stein fand ich eine Raupe von *Agrotis fimbria* und dicht daneben einen *Necrophloeophagus*. Beide sperrte ich in ein enges Fangglas. Bei der Außentemperatur von 9° C verhielten sich beide noch ruhig, in einer Zimmertemperatur von 21° C wurden sie lebhafter. Der Geophilide lief über die auf dem Rücken liegende *Agrotis*. Dabei packte sie den Erdläufer mit den Füßen, dieser konnte sich aber wieder freizappeln und wollte flüchten. Hierbei geriet er jedoch zwischen die Afterfüße, die ihn so stark zwickten, daß aus der entstandenen Wunde Körperflüssigkeit herausquoll. Nachdem ich die Tiere in eine Petrischale gesetzt hatte, konnte sich der Geophilide wieder erholen, wagte aber nie einen Angriff auf die Raupe.

In einem anderen Falle wurde in frisch ausgehobener Erde ein ausgewachsener *Necrophloeophagus* von zwei *Myrmica rubida* erfaßt. Die beiden Ameisen vollführten ein regelrechtes Tauziehen mit dem Geophiliden. Dieser konnte sich nicht befreien, denn jede Ameise wollte die Beute zu sich herüberziehen. Jetzt gab die eine Knotenameise den Erdläufer vorübergehend aus ihren kräftigen Mandibeln frei, dadurch konnte sich der Geophilide mit einem Ruck befreien und schleunigst in dem Boden Schutz suchen. Solche Angriffe können sich in der Natur überall dort ereignen, wo die Tiere in engen

Bodengängen aufeinandertreffen. Eine Ameise ist einem Geophiliden durch ihre kräftigen Mandibel und durch ihre Ameisensäure durchaus gewachsen.

Während die Geophiliden kleinere Insektenlarven unschwer bewältigen können, besitzen die Carabidenlarven in ihren Mandibeln eine wirksame Waffe. Eine etwa einen Zentimeter große Carabidenlarve war knapp einen Tag mit einem ausgewachsenen *Necrophloeophagus* zusammen. Als die Larve auf den ruhig daliegenden Erdläufer traf, packte sie denselben mit ihren Mandibeln und biß so stark zu, daß dieser fast vollständig in zwei Stücke geteilt wurde. Nach dieser Verwundung lebte der Geophilide nur noch kurze Zeit.

*Abb. 16. Lithobius* beim Ausfressen eines bewältigten *Necrophloeophagus longicornis*

Die im Boden nicht seltenen Carabidenlarven können bei einem Zusammentreffen mit Geophiliden diesen Erdläufern durchaus gefährlich werden.

Vielfach trifft man in der Bodenstreu oder obersten Erdschicht auf *Lithobius.* Vergleicht man seine Aufenthaltsorte mit denen von *Geophilus,* so zeigt sich, daß dieser Räuber in der Laubstreu oder zwischen Steinen auf Jagd geht und nicht in die Bodentiefen vordringt, in denen sich *Geophilus* aufhält. Nie konnte ich beide Chilopoden am gleichen Ort häufig antreffen. Ein häufigeres Auftreten von Geophiliden schließt mit großer Wahrscheinlichkeit das Vorkommen von Lithobiiden aus. Es scheint fast, daß die Geophiliden *Lithobius* meiden. Um das Verhalten eines *Lithobius* gegenüber *Geophilus* zu prüfen, setzte ich denselben mit *Geophilus, Julus, Glomeris, Trogulus* und einer Carabidenlarve zusammen. Zunächst verzehrte der Lithobiide die Carabidenlarve, den härter gepanzerten übrigen Bodentieren zog er aber *Geophilus* vor. Bereits nach einem Tag war der Erdläufer großenteils aufgefressen. Einen weiteren *Lithobius* setzte ich zu einem *Geophilus* in die Schale. Sobald die beiden aufeinandertrafen, richtete sich der Geophilide auf und wollte eine Kampfstellung einnehmen. Währenddessen hatte der schnellere *Lithobius* blitzschnell mit den mächtigen Kieferfüßen zugepackt, ohne das Opfer sofort zu verletzen. In rascher Folge stieß er noch mehrmals auf seine Beute ein, meist in der Körpermitte. Der Geophilide kam gar nicht zu einem Zubeißen, was bei dem stärkeren Chitinpanzer des *Lithobius* doch zwecklos gewesen wäre. Nun liefen beide Tiere nach entgegengesetzter Richtung auseinander. Als sie erneut aufeinandertrafen, stieß *Lithobius* mehr als zwanzigmal mit den Kieferfüßen zu und konnte dadurch das Chitinskelett des Geophiliden durchzwicken. Nun begann er die Weichteile auszufressen (Abb. 16).

Naturgemäß stehen jüngeren Entwicklungsstufen eine größere Zahl von Feinden gegenüber. Beim Ausgraben eines brütenden Weibchens hatte ich nur wenige Minuten die Brut auf einem Löffel liegen. Währenddessen kam ein junger *Lithobius* (Larva tertia) heran und eilte mit einem Embryo von *Geo-*

*philus* (Stad. 7) davon. Solche, noch von der Mutter behütete Geophiliden werden auch von *Lithobius* verzehrt. Als ich zwanzig dieser jungen Geophiliden zu einem *Lithobius* legte, hatte er sie innerhalb kurzer Zeit verspeist. In dem Bodenbereich, in dem *Lithobius* häufig ist, wäre das so lang andauernde Brutgeschäft der Geophiliden geradezu unmöglich. Einer großen Zahl von Feinden geht das Muttertier allein dadurch aus dem Wege, daß es zur Brut eine größere Bodentiefe bevorzugt.

Gelegentlich werden Geophiliden von entoparasitischen Nematoden heimgesucht. Bei Überprüfung embryonaler Stadien von *Geophilus brevicornis* fand ich ein besonders stark von diesen Parasiten heimgesuchtes Stadium 8. Bei mikroskopischer Betrachtung fand ich in folgenden Segmenten mindestens einen Nematoden[6]: 15, 16, 17, 18, 21, 22, 25, 27, 28.

Die Nematoden führten oft lebhafte Bewegungen im Innern des befallenen Geophiliden aus. Da sich dieses Tier noch unter mütterlichem Schutz befand, muß es bereits während der Brutpflege befallen worden sein. Bei dem derart starken Nematodenbefall blieb der Geophilide nur noch wenige Tage am Leben. An älteren Tieren wirkte sich der Nematodenbefall nicht letal aus. Denn mehrmals waren mit abgestreiften Exuvien Nematoden entfernt worden, ein Zeichen, daß die Geophiliden mit diesen Parasiten infiziert waren. Trotzdem lebten diese Geophiliden ohne sichtbare Schädigung weiter. Oft konnte ich unter dem Mikroskop Geophiliden beobachten, bei denen Nematoden durch die Chitinhülle hindurchschimmerten oder teilweise durch die Gelenkhäute nach außen getreten waren.

### 4. Lichtsinn

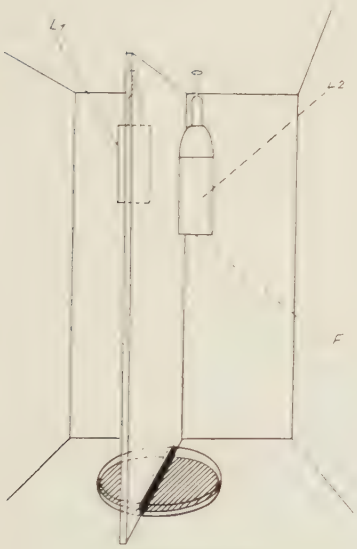



*Abb. 17.* Versuchsanordnung. $L_1$, $L_2$ = Lichtquellen, F = Filter

Die Geophiliden besitzen keine Augen. Trotzdem meiden sie Licht, wie bereits PLATEAU (1886) und später VERHOEFF (1915) feststellten und auf einen Hautlichtsinn zurückführten. Im hellen Tageslicht konnte ich nie einen Geophiliden auf der Bodenoberfläche antreffen. Nur bei Dunkelheit wird er gelegentlich einmal das Erdreich verlassen. Die gleiche Beobachtung machte ich an den in Gefangenschaft gehaltenen Tieren. Im Tageslicht blieben sie in der Erdschicht oder unter einem Laubblatt verborgen und wagten sich nur bei schwacher Beleuchtung aus ihren Verstecken hervor. All diese Beobachtungen sprechen bereits für eine negative Phototaxis.

Wie bei anderen negativ phototaktischen Bodentieren, hat wohl auch hier die Flucht vor dem Licht die Aufgabe, das Tier vor Gefahren zu schützen. Im Boden ist es dem Zugriff zahlreicher Feinde entzogen und fin-

[6] Herr Professor FRANZ hatte die Freundlichkeit, sich das Material anzusehen. Vermutlich handelte es sich um Tiere der Gattung *Cephalobellus*, aus der Gruppe der *Oxyurata*. Eine eindeutige Bestimmung ist praktisch nur am lebenden Tier möglich.

det zusagende Feuchtigkeitsbedingungen. Kommt der Geophilide aus dem Boden hervorgekrochen, wechselt er aus dem Dunkel in einen wesentlich stärker beleuchteten Bereich über. Hieran anknüpfend erhebt sich die Frage, durch welchen Unterschied der Lichtintensität das Tier gestört und gegebenenfalls zur Rückkehr in die Erde veranlaßt wird. Die folgenden Versuche mögen hierauf eine Antwort geben. In all den folgenden Versuchen verwendete ich stets nur die Art *Necrophloeophagus longicornis.*

## *Methode*

Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 17 ersichtlich. Durch Ändern des Abstandes der Lichtquellen L1 und L2 wurde die Beleuchtungsstärke variiert. Vorgeschaltete Filter (F) sorgten für diffuses Licht und ermöglichten ebenso eine Regulierung der Beleuchtungsintensität.

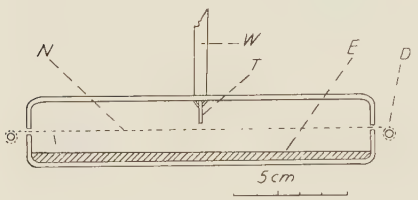



*Abb. 18.* Arena im Querschnitt. W = Wand, T = Trolonitstreifen, D = Drahtrahmen, N = Nylongewebe, E = Erde

Abb. 18 zeigt einen Querschnitt durch die Arena. Das auf einem Drahtrahmen (D) aufgespannte Nylongewebe diente als Lauffläche. Für eine geeignete Luftfeuchtigkeit sorgte frische Erde (E). Durch die Wand (W) und den Trolonitstreifen (T) waren die beiden Lichtfelder scharf gegeneinander abgegrenzt.

Die Beleuchtungsstärke habe ich auf jeder Schalenseite mit einem „Trilux" bestimmt. (Es war dies ein Taschenbeleuchtungsmesser mit getrenntem Selen-Fotoelement der Firma Gossen, Erlangen. Ich konnte drei Meßbereiche 0–100/500/2500 N-Lux einstellen.) Als Maßeinheit der Beleuchtungsstärke verwende ich das von der Candela (cd) abgeleitete Neu-Lux (N-Lux), das auch kurz als Lux bezeichnet wird.

Zur Messung der Beleuchtungsstärke hielt ich das Selen-Fotoelement unter die Mitte jeder Deckelhälfte in Höhe des Laufnetzes. Um den Einfluß der Wärmestrahlung, bei verschiedener Lichtintensität, zu unterbinden, drehte ich nach jedem Versuch die Arena um 180°.

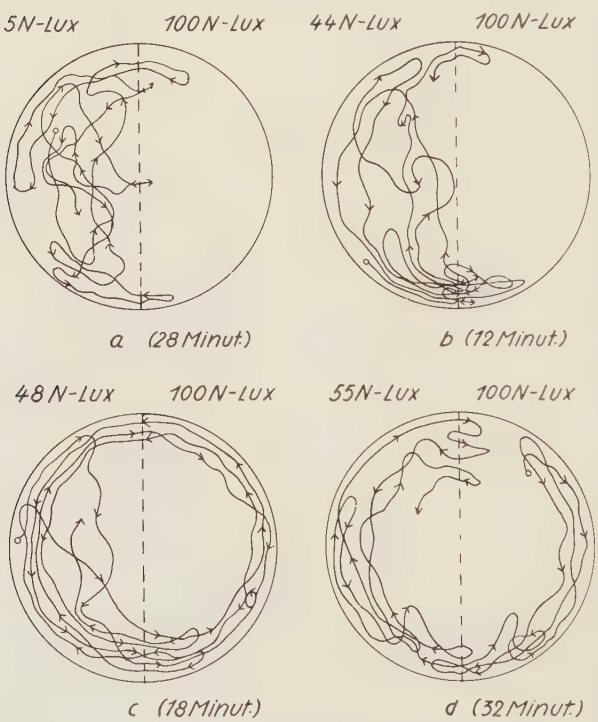



*Abb. 19.* Laufspuren von *Necrophloeophagus longicornis* im 2-Kammer-Versuch bei verschiedener Lichtintensität

## *Ergebnisse*

Vor Versuchsbeginn hatte ich alle Tiere zwei Stunden im Dunkeln gehalten. Bei einer Beleuchtung von etwa einem Lux setzte ich stets einen Geophiliden in die Arena ein und schaltete jetzt beide Lampen (L1 und L2) an. In der

folgenden Versuchsreihe wurde die eine Schalenhälfte konstant mit 100 Lux beleuchtet, während die Beleuchtungsstärke an der anderen Seite stufenweise erhöht wurde. Über den Verlauf der Versuche geben die folgenden Protokollauszüge Auskunft:

100/5 Lux: Dem Tier waren die Lichtstärken von 100 Lux und 5 Lux zur Wahl gestellt. Beim Einschalten der beiden Lampen befand sich der Geophilide in der 5-Lux-Zone. Er lief bei geringer Intensitätssteigerung ungestört weiter und gelangte schließlich mit den Antennen in das stärker erhellte Gebiet. Sofort hielt er an, lief ein Stück rückwärts und bewegte sich nach der geänderten Laufrichtung in das dunklere Arenagebiet zurück. Auch die folgende Laufspur führte nicht in die 100-Lux-Zone hinüber, denn an der Grenze vor der stärker erhellten Schalenhälfte hält das Tier oft augenblicklich an, schlägt stärker mit den Antennen und wird durch die größere Lichtintensität zur Umkehr veranlaßt (Abb. 19a).

100/40 Lux: Auf der schwächer beleuchteten Schalenseite wurde die Beleuchtungsstärke auf 40 Lux erhöht. Wie eine für diesen Intensitätsunterschied charakteristische Laufspur zeigt, wird der Geophilide beim Versuch, die Grenze zu überlaufen, meist durch das stärkere Licht zurückgeschreckt. Einmal hat er jedoch, ohne anzuhalten, die hellere Zone durchlaufen; beim erneuten Anlaufen des helleren Gebietes dieses aber deutlich gemieden.

100/44 Lux: Für eine Intensitätsdifferenz von 66% gilt im wesentlichen das gleiche. Der Übertritt von der dunkleren zur helleren Schalenseite wird im typischen Falle nicht vollzogen, sondern *Necrophloeophagus* zieht sich unmittelbar zum schwächer erhellten Gebiet zurück (Abb. 19b).

100/48 Lux: Selbst eine Intensitätssteigerung von 52% stört den Geophiliden durchaus und veranlaßt ihn zu einer Rückkehr in den dunkleren Teil der Arena. Oft läuft er aber ohne Zögern zur helleren Schalenhälfte hinüber, verhält sich also indifferent (Abb. 19c).

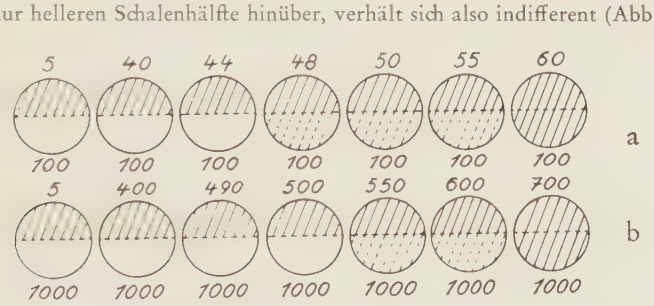



*Abb. 20.* Diagrammartige Zusammenstellung der bevorzugten Lichtintensitäten (Angaben in N-Lux)
a. Versuchsreihe bei kleineren Intensitätsunterschieden
b. Versuchsreihe bei größeren Intensitätsunterschieden
schraffiert = deutlich bevorzugter Bereich
punktiert = gelegentlich aufgesuchter Bereich

100/50 Lux: Beträgt die Beleuchtungsdifferenz nur noch 50%, ziehen viele Tiere die 50-Lux-Zone vor. Ein Teil der Geophiliden empfindet den Helligkeitsunterschied der beiden Zonen als störend. Die Abneigung gegen die hellere Schalenhälfte ist oft nur gering, denn die Tiere wechseln dann ohne ein Anhalten oder Umkehrreaktion zur helleren Zone über.

100/55 Lux a: Wie aus Beobachtungen hervorging, reagiert *Necrophloeophagus* durchaus noch auf die Differenz von 45%, denn in der Mehrzahl der Fälle wurde das Tier an der Grenze zur Rückkehr zur dunkleren Halbseite veranlaßt. Es reagierte auf diese Lichtdifferenz noch sehr deutlich.

100/55 Lux b: Die Laufspur (Abb. 19d) stammt von dem gleichen Tier wie vorhin, wurde jedoch einige Stunden später aufgenommen. Auch jetzt spricht es noch deutlich auf eine Intensitätssteigerung im Grenzgebiet an, obwohl ein großer Teil der Laufstrecke im helleren Gebiet zurückgelegt wird. Dies zeigt, daß beim gleichen Individuum die Reaktionsstärke bisweilen wechseln kann. Wesentlich stärker traten individuelle Unterschiede bei der folgenden Lichtdifferenz hervor. Während ein Teil der Geophiliden eindeutig die dunklere Arenahälfte aufsuchte, störten sich die anderen Tiere nicht mehr an dieser Beleuchtungsdifferenz.

100/60 Lux: Betrug die Intensitätsdifferenz der beiden Schalenhälften 40%, wurde keine der gebotenen Helligkeiten mehr bevorzugt. Die Laufspur wurde durch diese Licht-

unterschiede nicht mehr beeinflußt. Die Geophiliden wechseln ohne Anhalten oder Umkehrreaktion in die hellere Zone über und meiden sie keineswegs.

In Abb. 20a sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe diagrammartig zusammengestellt. Das schraffierte Gebiet wurde von den Geophiliden deutlich bevorzugt, die punktierte Hälfte mieden sie bisweilen, die freie Hälfte scheuten sie deutlich. Die jeweils angeführten Zahlen stellen die Beleuchtungsstärken in Lux dar. Beträgt der Beleuchtungsunterschied mindestens 66 %, wählt der Geophilide zwischen beiden Zonen die schwächer beleuchtete. Er zieht

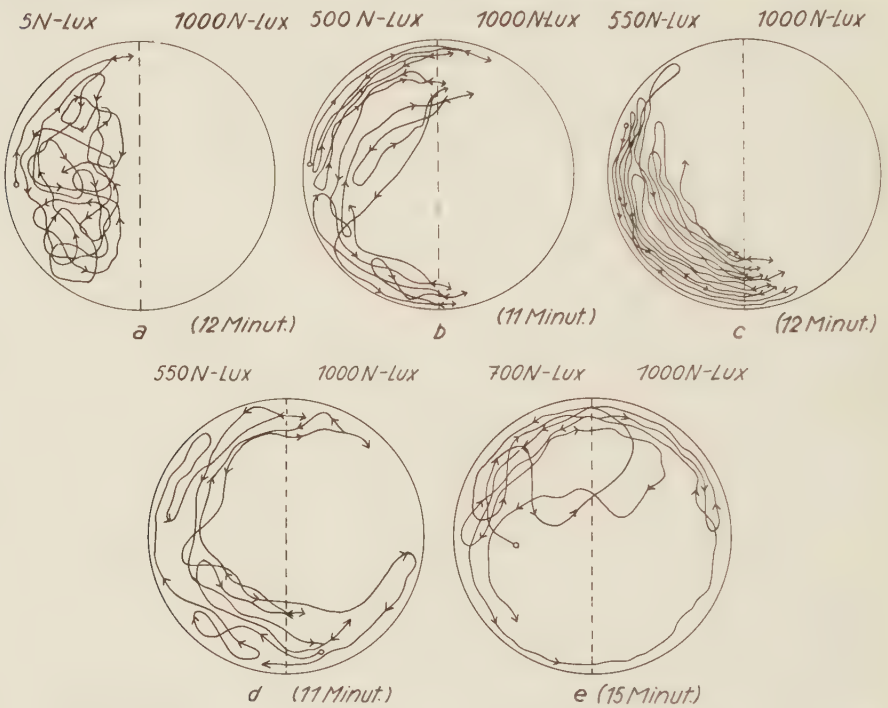



*Abb. 21.* Laufspuren von *Necrophloeophagus longicornis* bei verschiedenen Lichtintensitätsunterschieden

sich beim Erreichen des helleren Gebietes, durch Rückwärtslauf oder Änderung der Laufrichtung in die dunklere Zone zurück. Wird der Intensitätsunterschied geringer (52—45 %), weicht der Geophilide nur bei einem Teil der Rundläufe von der helleren Zone zurück. Oft werden jetzt die Tiere beim Hinüberwandern zur helleren Hälfte nicht mehr zurückgeschreckt, sondern laufen ohne sichtbare Reaktion weiter. Wenn der Beleuchtungsunterschied zwischen beiden Schalenhälften noch geringer wird, stört sich *Necrophloeophagus* beim Laufen nicht mehr daran. Er wechselt ohne anzuhalten in die 100-Lux-Zone hinüber.

Eine entsprechende Versuchsreihe führte ich bei einer höheren Lichtintensität durch. Die eine Schalenhälfte wurde konstant mit 1000 Lux beleuchtet. Die Beleuchtungsintensität der anderen Hälfte, mit 5 Lux beginnend, stufenweise gesteigert:

1000/5 Lux: Bei diesem großen Unterschied der Lichtintensitäten verläßt der Geophilide die 5-Lux-Zone überhaupt nicht. Schon vor Erreichen der Grenze hält er kurz an und läuft

sofort rückwärts zu dem dunkleren Gebiet zurück. – Infolge der großen Lichtdifferenz war die dunklere Seite in unmittelbarer Grenznähe etwas intensiver beleuchtet (Abb. 21a).

1000/440 Lux: Bei einer Differenz von 66 % wird der Lauf des Geophiliden deutlich beeinflußt. Er bevorzugt die 440-Lux-Zone stark und zieht sich im typischen Falle immer wieder in diesen Lichtbereich zurück. Im Gegensatz zu der gleichen prozentualen Differenz bei 100/44 Lux reagiert das Tier in dem höheren Intensitätsbereich meist durch Rückwärtslauf.

1000/490 Lux und 1000/500 Lux: Bei beiden Versuchsarten reagierten die Geophiliden meist durch Zurückweichen zur dunkleren Schalenseite. Der Übergang von der helleren zur dunkleren Hälfte wird stets ohne Reaktion vollzogen, während das Tier im umgekehrten Falle an der Grenze stoppt und die Laufrichtung wechselt (Abb. 21b).

1000/550 Lux: Beide Spuren (Abb. 21c, d) stammen vom gleichen Geophiliden, wurden aber an verschiedenen Tagen aufgenommen. Im ersten Fall (Abb. 21c) sprach das Tier sehr deutlich auf die Steigerung der Beleuchtungsstärke an. Es zog sich stets durch Rückwärtslauf zur 550-Lux-Zone zurück. Im anderen Falle (Abb. 21d) kehrte der Chilopode nicht so spontan an der Grenze um, sondern begab sich oft erst ein beträchtliches Stück in die hellere Zone und kehrte dann erst zurück.

1000/550 Lux: Wie dieser Geophilide, zeigten zahlreiche andere bei diesem Intensitätsunterschied eine schwache Reaktion. Auch aus obigen Beispielen geht deutlich hervor, daß dasselbe Tier bei gleichen Versuchsbedingungen einmal charakteristisch anspricht, während es ein andermal nur schwach reagiert oder völlig indifferent ist. Noch größere Reaktionsunterschiede zeigen dann oft verschiedene Individuen.

1000/600 Lux: Ein Teil der Geophiliden wird noch durch eine Beleuchtungsdifferenz von 40 % beeinflußt. Bei den meisten dieser Versuche verhielten die Tiere vergleichsweise oft und prüften mit den Antennen. In Grenznähe lagen die Ruhepunkte besonders dicht. Dies ist wohl als ein Zeichen dafür zu werten, daß der Geophilide immer noch auf jene Beleuchtungsdifferenz ansprach.

1000/700 Lux: Diese geringe Lichtdifferenz wird von dem Geophiliden nicht mehr beachtet, denn er überschreitet die Grenze nach beiden Richtungen, ohne hier anzuhalten (Abb. 21e).

Die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in diesem höheren Intensitätsbereich (Abb. 20b) zeigt, daß ein Beleuchtungsunterschied von 50 % noch deutliche Umkehrreaktionen bewirkt. Beträgt die Beleuchtungsdifferenz 40 bis 45 %, überschreitet das Tier die Grenze in Richtung zur stärker beleuchteten Seite häufig ohne anzuhalten. Wird der Intensitätsunterschied noch kleiner, so wird er von *Necrophloeophagus* nicht mehr beachtet.

Ein Vergleich der beiden Versuchsreihen zeigt, daß bei der höheren Beleuchtungsintensität noch kleinere prozentuale Unterschiede als störend empfunden werden als in dem niedrigeren Intensitätsbereich. Die Unterschiedsempfindlichkeit ist demzufolge bei der höheren Beleuchtungsstärke etwas größer.

Der Geophilide reagiert nur dann in der bezeichneten Art auf die angewandten Lichtintensitäten, wenn er zuvor dunkel adaptiert war. Im Versuch habe ich die Geophiliden mindestens zwei Stunden dunkel gesetzt. In der Natur liegen ähnliche Bedingungen dann vor, wenn der Geophilide den Boden verlassen will und dabei in das Tageslicht gelangt. Er wird dann nach einer Kehrtwendung in das Dunkel des Bodens zurückkehren.

Werden einem Geophiliden, der nicht dunkeladaptiert war, zwei verschiedene Helligkeiten zur Wahl gestellt, reagiert er nicht in der typischen Art:

100/55 Lux (1 h in 100 Lux): In diesem Versuch wurde der Geophilide zuvor mit 100 Lux beleuchtet. Er bevorzugt nicht die dunklere Schalenhälfte, sondern zeigt eine sichtliche Vorliebe für die 100-Lux-Zone. Ein anderer Geophilide ließ unter den gleichen Voraussetzungen ebenfalls keine negative Phototaxis mehr erkennen, sondern verhielt sich indifferent.

1000/5 Lux (1 h in 1000 Lux): Im Bereich der höheren Lichtintensität von 1000 Lux ergeben sich keine vergleichbaren Verhältnisse, denn die Geophiliden bleiben negativ phototaktisch oder verhalten sich indifferent, bevorzugen aber nie die höhere Lichtstärke. In dem

betrachteten Falle lief der Geophilide sofort in die 5-Lux-Zone zurück, obwohl er 1 Stunde lang mit 1000 Lux beleuchtet wurde.

Hieraus ist zu erkennen, daß nur das dunkeladaptierte Tier, auch bei niederen Lichtstärken, das stark negativ phototaktische Verhalten zeigt.

Ein dunkeladaptierter Geophilide zeigt bei verschieden starker Beleuchtung ein unterschiedliches Verhalten. Wird er in eine Arena eingesetzt und plötzlich mit 5 Lux beleuchtet, dann hat die geringe Lichtintensität keine merkbare Reaktion des Tieres zur Folge. Es läuft in halbkreisartigen oder kreisförmigen Bahnen in der Schale herum und zeigt ein völlig normales Verhalten (Abb. 22a)[7]. Wird dagegen ein dunkeladaptierter Geophilide spontan mit 1000 Lux beleuchtet, hält er im Laufe kurze Zeit an, schlägt nach dieser Reaktionszeit heftig mit den Antennen und läuft dann unruhig weiter. Dabei stoppt er ununterbrochen, prüft besonders unruhig mit seinen Fühlern und wechselt stets die Laufrichtung. Besonders der ununterbrochene Richtungswechsel spiegelt die große Unruhe des Geophiliden wieder, der möglichst rasch aus der hohen Lichtintensität entfliehen möchte (Abb. 22b).

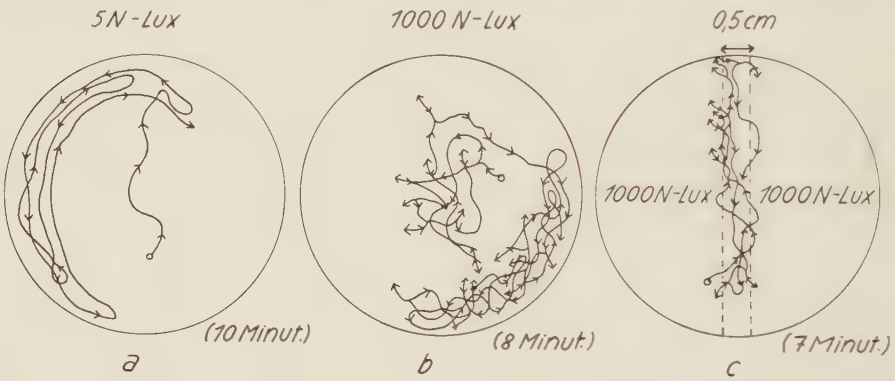



*Abb. 22. Necrophloeophagus longicornis.* Laufspuren dunkeladaptierter Tiere a. und b. Arena gleichmäßig beleuchtet, c. 0,5 cm breiter Schatten in der Arenamitte

Befindet sich in der Arena ein kleiner Schatten, wird er von *Necrophloeophagus* rasch aufgespürt. In dem angeführten Beispiele (Abb. 22c) warf ich auf die Laufflächenmitte einen Schatten von 0,5 cm Breite (in der Abb. ist die Schattenbreite im Verhältnis zum Schalendurchmesser übertrieben), indem ich auf den Schalendeckel einen Pappstreifen entsprechender Breite legte und mit 1000 Lux beleuchtete. Den schmalen Schattenbezirk hat das Tier sofort aufgespürt und nicht mehr verlassen. Meist genügte ein Vorstrecken von Kopf und Fühlern, um den Geophiliden sofort in den Schattenbereich zurückzuweisen. Am Schalenrand angekommen, bewegte er sich nicht an diesem entlang, sondern machte kehrt und wanderte im Schatten zurück. Bei diesem Versuch konnte ich gut erkennen, daß der Geophilide nicht nur Kopfteil und Antennen in den Schattenbereich bringt, sondern alle Körpersegmente, ein Zeichen, daß auch diese lichtempfindlich sind. Um den Einfluß der Antennen bei der Lichtwahrnehmung zu prüfen, habe ich eine Reihe von Versuchen mit fühlerlosen Tieren durchgeführt, konnte aber keine veränderte Unterschiedsempfindlichkeit feststellen.

[7] An Intensitätsunterschieden störte sich *Necrophl.* bei der geringen Intensität von 5 Lux nicht mehr.

### 5. Feuchtigkeitssinn

An den in Gefangenschaft gehaltenen Geophiliden stellte ich immer wieder fest, daß sie eine gewisse Feuchtigkeit benötigen, um leben zu können. Eine direkte Wasseraufnahme durch Trinken habe ich nie beobachtet. Selbst nachdem die Tiere längere Zeit in trockener Erde verweilen mußten, suchten sie anschließend nie eine kleine, mit Wasser gefüllte Glasschale auf. Die gleichen Beobachtungen machte VERHOEFF (1915). Während *Lithobius* begierig Wasser aufnahm, konnte er *Geophilus* nie beim Trinken beobachten. Der gleiche Autor hat festgestellt, daß ein Geophilide, dem er in einer Petrischale ein trockenes und ein feuchtes Filterpapier bot, meist auf der feuchten Schalenseite ruhte. Zweifellos wirkte bei diesem Versuch neben der Feuchtigkeit auch die Verdunstungskälte mit. In den folgenden Versuchen soll das Verhalten von *Necrophloeophagus longicornis* gegenüber der Luftfeuchtigkeit geprüft werden. Um störende Einflüsse auszuschalten, wählte ich folgende Versuchsanordnung.

#### *Methode*

Der Geophilide konnte im Versuch zwischen zwei Kammern verschiedener Luftfeuchtigkeit wählen. Die Einzelheiten sind aus dem Querschnittsbild Abb. 23 ersichtlich. Im Bodenteil der Kammer $K_1$ und $K_2$ befanden sich die Salzlösungen. Da die Lösungen stark übersättigt waren, behielten sie auch dann noch ihre Regulationsfähigkeit bei, nachdem sie Luftfeuchtigkeit aufgenommen hatten. Durch die Trolonitwand (T) wurde ein Feuchtigkeitsausgleich zwischen beiden Kammern weitgehend vermieden, andererseits dem Versuchstier ein störungsfreies Durchlaufen ermöglicht.

Zur Herstellung einer kontrollierten Luftfeuchtigkeit benutzte ich die folgenden gesättigten Salzlösungen (nach BUXTON, 1931; BUXTON und MELLANBY, 1934; WIGGLESWORTH, 1941): bei einer Temperatur von 30° C: $Ca(H_2PO_4)_2$, relative Feuchtigkeit 95 %; KCl, 85 %; NaCl, 76 %; $NH_4NO_3$, 60 %; $Ca(NO_3)_2$, 47 %; $MgCl_2$, 32 %; $ZnCl_2$, 10 %. Es erwies sich als zweckmäßig, diese Salze nicht in gesättigter Lösung in die Klammern zu geben, sondern über die etwa 1 cm hohe Salzschicht einige ccm dest. Wasser zu gießen. Dadurch erhielt ich stark übersättigte Lösungen, die selbst bei den sehr hygroskopischen Salzen, wie etwa $ZnCl_2$, noch nach mehreren Stunden gebrauchsfähig waren. Bei all den folgenden Feuchtigkeitsversuchen habe ich die ganze Arena mit etwa 10 Lux beleuchtet, um einen Einfluß des Lichtes auszuschalten. Bevor ich das Versuchstier in die Arena einsetzte, blieben die Schalen längere Zeit geschlossen, damit sich die Luftfeuchtigkeiten erst einstellen konnten. Bei geringem Lüften des Deckels habe ich dann *Necrophloeophagus* eingesetzt.

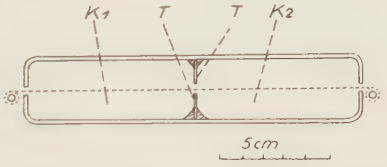



*Abb. 23.* Versuchsanordnung. $K_1$, $K_2$ = Salzlösungen, T = Trolonitwand

#### *Reaktion von Necrophloeophagus auf wechselnde Luftfeuchtigkeit*

95/10 % r. F.: Der in die Zone mit 10 % relativer Luftfeuchtigkeit eingesetzte Geophilide begab sich sofort in die feuchtere Kammerhälfte (Abb. 24a). Bei dem erneuten Auftreffen auf die Grenze wanderte er nicht in die trockene Zone hinüber, sondern kehrte unmittelbar um und lief in die 95 %ige Luftfeuchtigkeit zurück. Während er die Grenze in Richtung zur feuchten Kammer ohne Reaktion passierte, hat er die Grenze in entgegengesetzter Richtung nicht überschritten, sondern hielt an dieser an, prüfte mit den Antennen und kehrte nach einer Kehrtwendung zur feuchteren Halbseite zurück. Ein anderer Geophilide mied die geringere Luftfeuchtigkeit von 10 % ebenso deutlich.

85/10 % r. F.: Auch bei dieser Feuchtigkeitsdifferenz sucht der Geophilide stets die feuchtere Kammerseite auf. Die Umkehrreaktionen, die zur größeren Luftfeuchtigkeit zurückführen, sind sehr bestimmt (Abb. 24b).

76/10 % r. F.: In die feuchtere Kammer eingesetzt, führte die Spur, nach einigen Schlei-

fen in der r. F. von 76 %, erstmals an die Grenze. Das Tier stoppte dort, prüfte mit den Antennen, lief eine kleine Strecke rückwärts und schwenkte zur feuchten Schalenhäfte zurück. Nun traf es erneut auf die Grenzzone, lief aber ohne Reaktion zur trockeneren Arenahälfte hinüber. Wie die Spur anzeigte, kehrte dieser Geophilide erst nach längerem Aufenthalt in der 10 %-Zone in die feuchtere Zone zurück. Einmal wendete der Geophilide kurz vor der Grenze zur 10 %igen Luftfeuchtigkeit zurück. Wenig später reagierte das Tier wieder abweisend auf die geringere Luftfeuchtigkeit. Dieses Beispiel zeigt, wie rasch das typische Verhalten eines Tieres wechseln kann. Auch ein weiterer Geophilide unterschied eindeutig zwischen beiden Feuchtigkeitsbereichen und wählte die höhere Luftfeuchtigkeit.

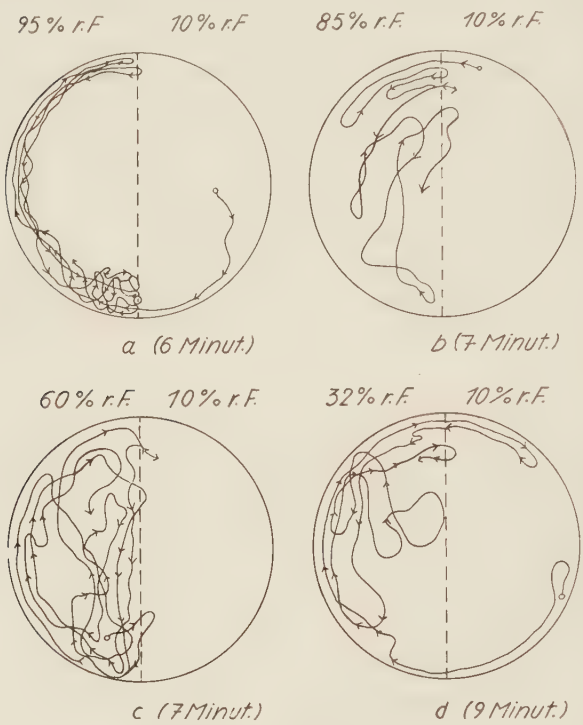



*Abb. 24.* Laufspuren von *Necrophloeophagus longicornis* bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

60/10 % r. F.: Wird die Differenz der Luftfeuchtigkeit erneut verringert, zeigt das Tier im typischen Verhalten noch eine große Vorliebe für die größere Luftfeuchtigkeit. Wie in den vorherigen Versuchen finden sich auch jetzt immer wieder gewisse Geophiliden, die sich indifferent verhalten und von einem Feuchtigkeitsbereich in den anderen wechseln, ohne an der Grenze anzuhalten (Abb. 24c).

47/10 % r. F.: Selbst diese kleinen Feuchtigkeitsdifferenzen werden von manchen Geophiliden noch beachtet. *Necrophloeophagus* sprach noch deutlich auf diese Differenz an. Viele Tiere bevorzugen aber keine der beiden Feuchtigkeiten mehr.

32/10 % r. F.: Auf diese Differenz der Luftfeuchtigkeit reagieren die meisten Tiere nicht mehr durch Umkehrreaktion zur feuchteren Seite zurück, sondern verhalten sich der Feuchtigkeitsdifferenz gegenüber gleichgültig (Abb. 24d). Ein Teil der untersuchten Geophiliden bevorzugte auch jetzt noch die größere Luftfeuchtigkeit.

Die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse (Abb. 25a*) zeigt die Vorliebe von *Necrophloeophagus* für die höhere Luftfeuchtigkeit, falls ihm noch eine 10 %ige Luftfeuchtigkeit zur Wahl bleibt. Im höheren Feuchtigkeitsbereich von 6 % r. F. bis 95 % r. F. wählen die Geophiliden konstant die feuchteren Halbseiten. An der Grenze ziehen sie sich durch Kehrtwendung oder Rückwärtslauf zur höheren Luftfeuchtigkeit zurück. Werden die Feuchtigkeitsdifferenzen geringer, stören sich die Tiere immer wieder an diesen Unterschieden. Eine kleine Zahl der Tiere reagierte zwar immer noch, zuweilen sogar sehr deutlich. Viele Geophiliden beachten die Differenzen 47/10 % bzw. 32/10 % r. F. schwach oder stören sich nicht mehr daran[8].

In einer zweiten Versuchsreihe ließ ich die Geophiliden zwischen einer

[8] Für die Markierung der bevorzugten Schalenseite gilt das gleiche wie in Abb. 20.

relativen Luftfeuchtigkeit von 95 % und geringeren Luftfeuchtigkeiten wählen.

95/10 % r. F.: Dieser Versuch wurde bereits vorher besprochen (Abb. 24a). Die Tiere wählen entschieden die höhere Luftfeuchtigkeit von 95 %.

95/32 % r. F.: Nachdem ich den Geophiliden in die Luftfeuchtigkeit von 32 % eingesetzt hatte, lief er ohne Reaktion in die höhere Feuchtigkeit hinüber. Nach einem Rundlauf

*Abb. 25. Necrophloeophagus longicornis.* Zusammenstellung der im 2-Kammer-Versuch bevorzugten Luftfeuchtigkeit (Angaben in % r. F.)
(Markierung der bevorzugten Schalenhälfte wie in Abb. 20)

in dieser Kammerhälfte traf er auf die 32%ige Luftfeuchtigkeit, wechselte aber nicht in diese hinüber, sondern kehrte in die hohe Luftfeuchte zurück. Seine Bahn führte ihn abermals an die Feuchtigkeitsgrenze. Jetzt lief er eine kurze Strecke in die 32-%-Zone hinüber, zog sich aber nach raschem Prüfen mit den Antennen in die feuchte Hälfte zurück.

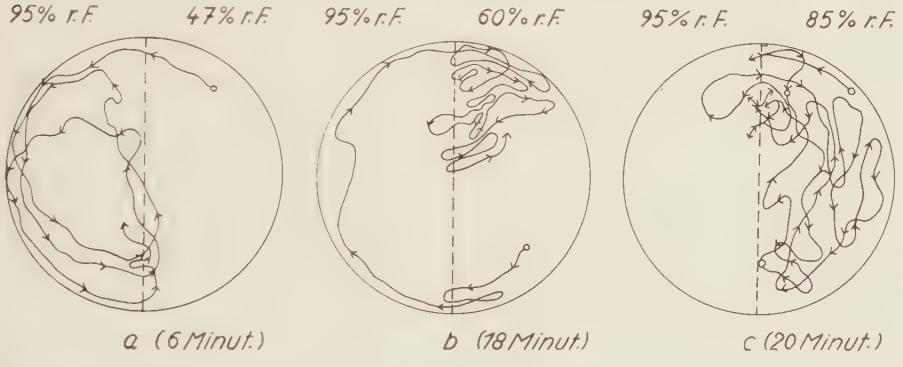



*Abb. 26.* Laufspuren von *Necrophloeophagus longicornis.* Relative Luftfeuchtigkeit der einen Arenahälfte 95 %

95/47 % r. F.: Auch hier gelangte der Geophilide beim Rundlauf in die feuchtere Zone. Nachdem er diese durchlaufen hatte, führte der Weg vorübergehend in die geringere Luftfeuchtigkeit hinüber. Rasch aber wendete das Tier wieder zur feuchteren Hälfte zurück. Weitere Versuche unter denselben Bedingungen zeigen im wesentlichen die gleiche Bevorzugung der höheren Luftfeuchtigkeit von 95 %. Besonders der Versuch Abb. 26a zeigt ein sehr bestimmtes Zurückweichen zur feuchteren Arenaseite. Ein anderes Mal wurde jedoch der Geophilide durch diese Feuchtigkeitsdifferenz nicht beeinflußt und wechselte, ohne Reaktion an der Grenze, zur trockenen Hälfte hinüber.

95/60 % r. F.: Bei den bisherigen Versuchen wählten die Geophiliden konstant die Halbseite mit der höheren Luftfeuchtigkeit. Aus diesen Versuchen sprach eine erkennbare Abneigung gegen die größere Luftfeuchtigkeit von 95 %. Während bisher der Übertritt nach der feuchteren Zone ohne Reaktion erfolgte, störte sich jetzt das Tier an der höheren Luftfeuchtigkeit. Es kehrte meist zur 60%igen Luftfeuchtigkeit, also zu der geringeren Luftfeuchtigkeit, zurück. Noch eindeutiger zeigt die Laufspur des Versuchstieres von Abb. 26b eine Vorliebe für die geringere Luftfeuchtigkeit von 60 %. Zuerst lief der Geophilide, nach wiederholter Prüfung, in die 95%ige Feuchtigkeit hinüber. Durchlief diese Zone und begab

sich ohne Anhalten in die geringere Feuchtigkeit. Nach kurzem Lauf in jener Zone kehrte er zur Grenze zurück. Stoppte dort, prüfte mit den Antennen und kehrte sofort zur geringeren Feuchtigkeit zurück. Der Geophilide zieht nun eine Reihe dicht beieinanderliegender Schleifen, die das Gebiet der 95%igen Luftfeuchtigkeit nicht erreichen oder nur knapp in dieses hinüberführen. (Die eingezeichneten Schleifenbahnen liegen noch dichter beisammen.) Nach mehrmaliger Prüfung der Luftfeuchtigkeit lief das Tier stets zu dem weniger feuchten Bereich zurück und verließ die 60%ige Luftfeuchtigkeit nicht mehr.

95/76 % r. F.: Stehen dem Tier die beiden relativen Luftfeuchtigkeiten von 96 % und 76 % zur Wahl, entscheidet es sich erneut für die geringere Luftfeuchtigkeit. In diesen Versuchen wendete das Tier bereits beim ersten Anlaufen der Grenzzone, von seiten der geringeren Luftfeuchte aus, schnell zur 76 %-Zone zurück. Die folgende Spur führte ebenso nicht in die höhere Luftfeuchtigkeit hinüber, denn meist zog sich der Geophilide, durch Rückwärtslauf, in die weniger feuchte Kammer zurück.

95/85 % r. F.: Beträgt die Feuchtigkeitsdifferenz nur 10 %, wird der Lauf des Tieres hierdurch noch beeinflußt. Die Umkehrreaktionen führen auch jetzt wieder zu der geringeren Luftfeuchtigkeit zurück. In einem Falle zeigte das Tier nur eine schwache Reaktion im Grenzbereich. Es wechselte einmal, ohne die geringste Störung, zur höheren Luftfeuchtigkeit hinüber. Ein anderes Tier zeigte eine wesentlich schärfer ausgeprägte Abneigung gegen die höhere Luftfeuchtigkeit (Abb. 26c). In die Zone mit einer 85%igen Feuchtigkeit eingesetzt, wich er beim Erreichen der Feuchtigkeitsgrenze durch Rückwärtslauf in das alte Gebiet zurück. Er ruhte vorübergehend in dieser Feuchtigkeit, lief erneut umher und ruhte abermals, unmittelbar auf der Feuchtigkeitsgrenze. Erreichte nach kurzem Lauf in dem gleichen Gebiet wieder die Grenze, prüfte in rascher Folge dreimal und wich jedesmal in das Gebiet der geringeren Luftfeuchtigkeit zurück.

Wie aus dieser Versuchsreihe hervorgeht (Abb. 25b), bevorzugt *Necrophloeophagus longicornis* in Anwesenheit der niederen relativen Luftfeuchtigkeit von 10%, 32% oder 47%, die höhere Luftfeuchte von 95%. Steht dagegen neben der hohen Luftfeuchte von 95% eine solche von 60%, 76% oder 85% zur Wahl, wird eine der genannten kleineren relativen Luftfeuchtigkeiten aufgesucht. Ähnliche Verhältnisse fand WIGGLESWORTH (1941) bei *Pediculus humanus corporis*. Die Menschenlaus zog die hohe Feuchtigkeit stets einer geringeren Luftfeuchtigkeit vor. Konnten die Tiere im höheren Feuchtigkeitsbereich wählen, bevorzugten sie eine relat. Luftfeuchtigkeit von 60—92%, gegenüber einer 95%igen Feuchtigkeit. Aus den angeführten Befunden spricht deutlich eine Vorliebe für die größere r. F. von 60%, 70% und 85%, während eine noch höhere Luftfeuchtigkeit von 95% gemieden wurde.

Nunmehr erhebt sich die Frage, ob *Geophilus* einem der drei Bereiche den Vorzug gibt. Ich habe daher die Tiere zwischen einer r. F. von 60% und 76% wählen lassen. Die Tiere entschieden sich für die höhere r. F. von 76%. Es bleibt nun noch zu prüfen, welche der beiden Feuchtigkeiten von 85%v.v. und 76%v.v. von den Geophiliden bevorzugt wird. Die Laufspur zeigte eine sichtbare Vorliebe für die Feuchtigkeitsstufe von 85%.

Aus allen bisherigen Zweikammerversuchen folgt, daß *Necrophloeophagus* von den gebotenen Feuchtigkeitsbereichen die r. F. von 85% allen anderen vorzieht. Ferner konnten wir beobachten, daß die Unterschiedsempfindlichkeit im niederen Feuchtigkeitsbereich wesentlich schwächer ist, als im Bereich höherer Luftfeuchtigkeit.

### *Reaktion im Feuchtigkeitsgefälle*

Während die Tiere bisher zwischen zwei Feuchtigkeiten wählen konnten, wird ihnen in den folgenden Versuchen eine Reihe von stufenweise wachsenden Luftfeuchtigkeiten geboten.

## *Methode*

Als Arena verwende ich wieder eine Doppelschale von 15 cm Durchmesser. Die untere Glasschale war in 6 gleiche Sektoren unterteilt, zur Aufnahme von 6 verschiedenen Salzlösungen. Der Schalendeckel war durch entsprechende horizontale Wände ebenfalls in 6 gleiche Kammern gegliedert. Durch Drehen des Deckels brachte ich die radial angeordneten Scheidewände von Basis und Schalendeckel zur Deckung. Der Abstand der Scheidewände des Deckels vom Laufnetz betrug wieder 3–4 mm. Die Durchführung der Versuche und übrige Anordnung derselben war wie in bisherigen Feuchtigkeitsversuchen. Die Bodenkammern waren in der Reihenfolge mit den verschiedenen Salzlösungen gefüllt, wie aus den Abbildungen hervorgeht. Die dort angegebenen Zahlen stellen die r. F. für die herrschende Temperatur dar.

10/32/60/76/85/95 % r. F.: Der Geophilide wurde in die Kammer mit einer r. F. von 32 % eingesetzt (Abb. 27a). Vor Erreichen der 10-%-Zone änderte er die Laufrichtung und kehrte in den höheren Feuchtigkeitsbereich zurück, gelangte in den Sektor mit einer r. F. von 60 %, zog hier eine Schleife und wanderte schließlich, dem Schalenrand folgend, zu der Feuchtigkeit von 76 % und 85 % hinüber. Durchlief den letzten Feuchtigkeitsbereich und gelangte in den Grenzbereich der folgenden Zone von 95 % r. F. In dieser hohen Luftfeuchtigkeit kehrte der Geophilide um und kehrte zu der weniger hohen Luftfeuchte zurück. Die Laufspur läßt erkennen, daß das Tier die beiden Etreme von 10 % und 95 % meidet. Von der 95 %igen Luftfeuchtigkeit führen deutliche Umkehrreaktionen zur 85 %igen Feuchtigkeit zurück, während beim Überwechseln in die 10 %ige Feuchtigkeit keine so bestimmten Kehrtwendungen eintraten, obwohl hier die Feuchtigkeitsdifferenz zur Nachbarkammer größer war. Die gleiche Bevorzugung der 85 %igen r. F. spricht aus der Laufkurve (Abb. 27b). Rasch hatte sich das Tier in diesen Feuchtigkeitsbereich eingefunden. Es ruhte hierin mehrmals und verließ ihn nicht mehr. Eine wesentlich schwächer ausgeprägte Bevorzugung für einen bestimmten Sektor zeigte bei denselben Versuchen die Laufspur eines anderen Geophiliden. Zu Beginn des Laufes verhielt sich das Tier den verschiedenen Feuchtigkeitsstufen gegenüber gleichgültig. Später verhielt sich das Tier nicht mehr indifferent, sondern bevorzugte die 85-%-Zone. Er zog sich wiederholt in diesen Feuchtigkeitsbereich zurück und ruhte zuletzt in ihm.

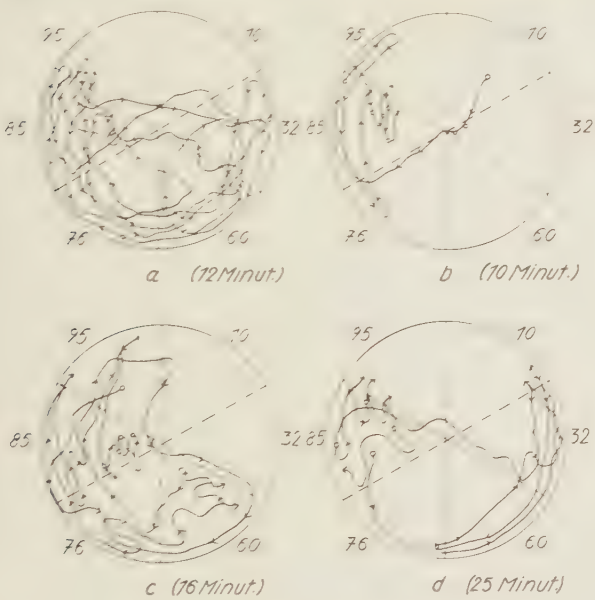



*Abb. 27.* Laufspuren von *Necrophloeophagus longicornis* im Feuchtigkeitsgefälle (6-Kammer-Versuch)

Im wesentlichen spricht aus all den Versuchen eine Abneigung gegen die Extremwerte der 10 %igen und 95 %igen r. F. In dem mittleren Feuchtigkeitsbereich reagiert das Tier auf Feuchtigkeitsänderungen wesentlich schwächer oder verhält sich diesen gegenüber gleichgültig. In der typischen Laufkurve wird auch hier das Feuchtigkeitsfeld mit einer 85 %igen r. F. bevorzugt.

Bei allen bisherigen Versuchen wurden die Geophiliden zuvor im gleichen Feuchtigkeitsbereich in Zuchtschalen gehalten oder zuvor frisch einge-

fangen. Es lag daher nahe zu prüfen, ob die Feuchtigkeit, bei der die Tiere zuvor gehalten wurden, das Versuchsergebnis beeinflußt.

1 h in 10% r. F.: Der Geophilide mußte eine Stunde in einer Luftfeuchtigkeit von 10% verweilen. Die Laufspur (Abb. 27c) zeigt keine Vorliebe für den niederen Feuchtigkeitsbereich. Die 10%- und 32%ige Luftfeuchtigkeit wurden sichtlich gemieden und die höhere Luftfeuchtigkeit aufgesucht. Zuletzt kehrte der Geophilide wiederholt von der 76%igen Feuchtigkeit in die 85%ige r. F. zurück und ruhte hier.

2 h in 10% r. F.: Befand sich das Versuchstier zuvor zwei Stunden in einer r. F. von 10%, wurde dadurch das Versuchsergebnis nicht beeinflußt, denn nach wie vor wurden auch hier die Extremwerte des Feuchtigkeitsfeldes gemieden (Abb. 27d).

War das Tier mehrere Stunden einer derart geringen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt, traten infolge des starken Wasserverlustes letale Schädigungen am Tier ein. Bereits nach acht Stunden ist ein Geophilide in 10%iger Luftfeuchtigkeit völlig eingetrocknet. Auch Luftfeuchtigkeiten, die mehrere Prozente unter der von 85% liegen, wirken auf die Dauer letal.

Als Ergänzung zu den genannten Versuchen bestimmte ich einmal die relative Luftfeuchtigkeit in einem Laubhaufen, unmittelbar an der Stelle, an der ich mehrere Geophiliden fand. Das Haarhygrometer zeigte eine r. F. von 87% an.

### *Antennen und Feuchtigkeitssinn*

Beobachtet man *Necrophloeophagus* bei den Feuchtigkeitsversuchen, bemerkt man die ständige Bewegung der Antennen. Während des Laufes führen die Antennen schlagende Bewegungen nach allen Richtungen hin aus, wobei die feinen Haare der einzelnen Antennenglieder den Boden berühren.

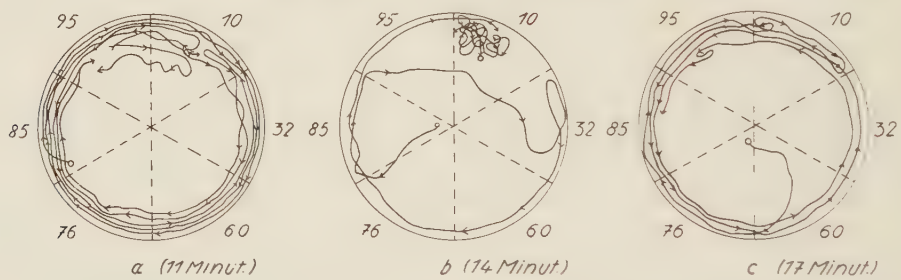



*Abb. 28. Necrophloeophagus longicornis.* Laufspuren antennenloser Geophiliden im 6-Kammer-Versuch

Von Zeit zu Zeit werden die Antennen eingewinkelt, abwechselnd von den Kieferfüßen gepackt und zwischen den Mundwerkzeugen hindurchgezogen, um von diesen gereinigt zu werden. Unter normalen Gegebenheiten erfolgt die Antennenbewegung regelmäßig. Wird das Tier aber plötzlich stärker gereizt, führt es in rascher Folge diese Auf- und Abbewegung der Antennen aus. Auch beim Überwechseln in einen anderen Feuchtigkeitsbereich konnte ich oft beobachten, daß es unmittelbar auf der Grenze stoppte, heftiger als bisher mit den Antennen schlug und jetzt erst die oft beschriebene Kehrtwendung ausführte.

Um festzustellen, welche Aufgabe die Fühler beim Aufsuchen einer zusagenden Luftfeuchtigkeit übernehmen, führte ich eine Reihe von Versuchen mit antennenlosen Geophiliden durch.

1. Abb. 28a zeigt die Laufspur eines antennenlosen Geophiliden in der 6-Kammerarena. – Es ist das gleiche Tier, von dem die Laufspur Abb. 27a stammt. – Ich setzte das Tier in den Sektor mit einer r. F. von 85% ein. Wie die Laufspur zeigt, verharrte es nicht in dieser Luftfeuchtigkeit, sondern durchlief alle Feuchtigkeitsfelder ohne Unterschied. Nur gelegentlich wechselte es einmal in der 10%igen Luftfeuchtigkeit die Laufrichtung.
2. Abb. 28b zeigt die Lufspur desselben Tieres mehrere Stunden später. Auch diesmal setzte ich es wieder in die 85%ige Feuchtigkeit ein. Nach einem Rundlauf durch alle Feuchtigkeitsbereiche verweilte es jetzt in der r. F. von 10 %. Es ruhte hier etwa acht Minuten. Ein Verhalten, das wir vom normalen Tier überhaupt nicht kennen.
3. Ein anderer fühlerloser Geophilide durchlief ebenso alle Feuchtigkeitsstufen im Rundlauf. Die Richtung wechselte nur gelegentlich in den beiden extremen Feuchtigkeitsbezirken. Ein deutliches Zurückweichen war jedoch auch bei diesem Geophiliden zu vermissen (Abb. 28c).

Diese Versuche legen die Vermutung nahe, daß der Feuchtigkeitssinn bei *Necrophloeophagus longicornis* vorwiegend in den Antennen lokalisiert ist.

## IV. Zusammenfassung

1. Die Eiablage von *Necrophloeophagus longicornis* erfolgt mit so großer Regelmäßigkeit, daß sich 4 Perioden beim Absetzen jedes Eies unterscheiden lassen. Bereits beim Ablegen derselben wird instinktiv jeder Kontakt mit Erde vermieden.
2. Bei den beobachteten Arten *Geophilus brevicornis* C. Koch, *Necrophloeophagus longicornis* Leach und *Chaetechelyne vesuviana* Newport wurden alle Eier innerhalb weniger Stunden abgelegt und keine zusätzliche Eiablage beobachtet. Die verschiedenen Entwicklungsstufen innerhalb eines Geleges lassen sich nicht durch eine zeitlich auseinandergezogene Ablage erklären. Vielmehr sind diese Entwicklungsunterschiede wohl inviduell bedingt. So kann bereits die Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen der Eier um mehrere Tage differieren.
3. Auch in der Natur stirbt gelegentlich ein Tier der jungen Brut. Trotzdem besteht dadurch für die übrigen Embryonen keine Infektionsgefahr, weshalb das Muttertier dieses Individuum nicht zu entfernen braucht. Das die Eier umhüllende Sekret übt wohl die desinfizierende Wirkung aus.
4. Ohne Zweifel werden unter natürlichen Gegebenheiten die Eier durch die Brutpflege des Weibchens vor dem Verderben bewahrt. Das Muttertier ist jedoch zu einer Entwicklung derselben nicht unbedingt erforderlich, denn unter entsprechenden Vorsichtsmaßregeln entwickeln sich auch isolierte Eier weiter.
5. Die Brutpflege beschränkt sich bei *Necrophloeophagus* nicht allein auf eine sorgfältige Pflege, sondern die Brut wird nötigenfalls heftig gegen Feinde verteidigt. Dieser Schutz währt aber nur so lange, wie das Weibchen seinen Brutballen mit der Dorsalfläche umgibt. Ist bei allzu starker Störung ein Ei oder gar die gesamte Brut zu Boden gefallen, so werden diese auf keinen Fall mehr aufgenommen, vielmehr frißt dann oft die Mutter die eigene Brut auf. Derartige Störungen dürften aber bei der großen Bodentiefe, in der die Eiablage vorgenommen wird, kaum einmal auftreten.
6. Obwohl bei *Geophilus brevicornis* die Häutung des Weibchens zeitlich mit der Brutperiode zusammentrifft, erfährt dadurch die Pflege keine Unterbrechung. Das Muttertier vollzieht die anstrengende Häutung,

ohne dabei seine Embryonen zu verlassen, denn regelmäßig findet sich die Exuvie des gehäuteten Tieres inmitten der jungen Brut.

7. Die Eizahl schwankt bei *Geophilus* und *Necrophloeophagus* erheblich. Allgemein legen größere Individuen mehr Eier ab. Dies ist dadurch zu erklären, daß die Geophiliden, bei denen die Eizahl beträchtlich den Mittelwert übersteigt, schon wiederholt Eier absetzten.
8. Unter Mithilfe der Eizähne reißt der Geophilide seine Eischale ein. Mit der Eischalenabstreifung wird gleichzeitig die embryonale Cuticula entfernt. Die beiden Arten werden nach zwei Jahren mit der 9. Häutung geschlechtsreif. Auch die erwachsenen Geophiliden häuten sich jährlich einmal, bevorzugt in den Monaten Juli bis Anfang September.
9. Die Geophiliden sind durchaus karnivor und jagen vorwiegend kleine Regenwürmer und Insektenlarven. Daneben nehmen sie auch im Freien gelegentlich einmal Pflanzenkost auf. Während *Geophilus* und *Necrophloeophagus* zarthäutige Tiere bewältigen, fällt *Scolioplanes acuminatus* die stark gepanzerten Juliden an.
10. Neben den zahlreichen äußeren Feinden treten in Geophiliden parasitische Nematoden auf. Bei älteren Tieren verursachten sie keine sichtbaren Schädigungen, in embryonalen Stadien können sie den Tod des befallenen Geophiliden hervorrufen.
11. Sinnesphysiologische Versuche.
Das Verhalten von *Necrophloeophagus* bei Änderung der Lichtintensität und der Luftfeuchtigkeit wurde in einer Arena untersucht, die in zwei oder mehr Kammern unterteilt war.

### a. Licht

*Necrophloeophagus* reagiert negativ phototaktisch. Im Bereich hoher Lichtintensität (etwa 1000 N-Lux) veranlaßt ihn ein Beleuchtungsunterschied von 50% zu einer Umkehrreaktion oder zu einem Rückwärtslauf, zu dem schwächer beleuchteten Gebiet zurück. Einen Intensitätsunterschied von 45—40% beantwortet er gelegentlich, noch kleinere Unterschiede stören ihn nicht mehr während seinem Laufe. Bei geringeren Lichtintensitäten (etwa 100 N-Lux) sind diese Reaktionen schwächer.
Wird *Necrophloeophagus* plötzlich stark beleuchtet (1000 N-Lux), stoppt er vorübergehend und läuft dann sehr unruhig, unter ständigem Richtungswechsel weiter. Er sucht aus dem grellen Licht zu entfliehen; einen gebotenen Schatten findet er sofort und verläßt diesen nicht mehr.

### b. Feuchtigkeit

*Necrophloeophagus* reagiert auf eine Änderung der Luftfeuchtigkeit sehr empfindlich. Stehen zwei Feuchtigkeiten zur Wahl, bevorzugt er in Gegenwart einer niederen relativen Luftfeuchtigkeit (47% oder tiefer) stets die höhere Luftfeuchte.
Im höheren Feuchtigkeitsbereich zieht er eine r. F. von 60—85% einer noch höheren vor. Als optimale Luftfeuchtigkeit suchte er die von 85% auf.
Auf Feuchtigkeitsänderungen reagiert das Tier im höheren Feuchtigkeitsbereich besser, als im Gebiet tiefer Luftfeuchte.
Antennenlose Tiere zeigten keine deutlichen Feuchtigkeitsreaktionen mehr.

## Summary

The oviposition of the Geophilids studied is accomplished with great regularity in a few hours. The different development times of the eggs laid can therefore only be due to individual variation. Part of the brood dies without signifying a danger of infection for the other embryos. Care of the brood by the female is not absolutely necessary for development and also covers the defence of the young. The number of eggs varies considerably in *Geophilus* and *Necrophloeophagus*. Both species are sexually mature after two years with the ninth moult. The adult Geophilids moult once a year. Geophilidae are carnivorous, catching the smaller earthworms and insect larvae and only occasionally taking vegetable food.

Besides many other enemies, parasitic nematodes affect Geophilids. In older animals they cause no apparent damage, but embryonic stages can be killed by them.

*Necrophloeophagus* is negatively phototactic and prefers a relative humidity of 85 % as optimum. Animals without antennae showed no definite humidity reaction.

## Literatur

Attems, C. (1903): Synopsis der Geophiliden. Zool. Jahrb. Bd. 18, 2.
— (1930): Chilopodes, Handbuch d. Zool.
Brolemann, H. W. (1932): Chilopodes, Faune de France.
Buxton, P. A. (1931): The measurement and control of atmospheric humidity in relation to entomological problems. Bull. ent. Res. 22, 431–47.
— & Mellanby, K. (1934): The measurement and control of humidity. Bull. ent. Res. 25, 171–5.
Haase, E. (1884): Über die Entwicklung der Chilopoden. Z. f. Entom., Breslau H. 9.
Hennings, C. (1904): Zur Biologie der Myriapoden II. Geruch und Geruchsorgane. Biol. Zentralbl.
Heymons, R. (1901): Entwicklungsgeschichte der Scolopender. Biblioth. Zoolog. Chun H. 33.
Latzel, R. (1880): Die Myriapoden der österreichisch-ungarisch. Monarchie. I. Bd.: Die Chilopoden. Wien, bei Hölder.
Metschnikoff, E. (1875): Embryologisches über Geophilus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25.
Schaufler, B. (1889): Beiträge zur Kenntnis der Chilopoden. Verhandl. wiss. bot. Ges., Wien, Bd. 39.
Sograff, N. J. (1883): Materialien zur Embryonalentwicklung von Geophilus ferrugineus et proximus. Arbeiten d. Labor. d. Zool. Museums d. Moskauer Univers. Bd. II, Hl.
Verhoeff, K. W. (1898): Tabelle europäischer Geophilusarten. Zool. Anz. Nr. 496 und 497.
— (1902): Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Thorax der Insekten mit Berücksichtigung der Chilopoden. Nova acta Acad. Leopod. Carol. Bd. 81.
— (1903): Intercalarsegmente der Chilopoden mit Berücksichtigung der Zwischensegmente der Insekten. Arch. f. Naturgeschichte.
— (1904): Über Tracheatenbeine, Hüften und Mundbeine der Chilopoden. Arch. f. Naturgeschichte.
— (1928): Geophilomorphenbeiträge. Mitt. a. d. Zool. Museum Berlin, Bd. 14, H. 2.
— (1934): Beiträge zur Systematik und Geographie der Chilopoden. Zool. Jahrb.
— (1937): Tierwelt Mitteleuropas, Bd. II, IV. (Chilopoda).
— (1902–25): Chilopoda, Bronn's Klass. u. Ordn. d. Tierreichs.
Wigglesworth, V. B. (1941): The sensory physiology of the human louse Pediculus humanus corporis de Geer (Anoplura). Parasitology, Vol. 33, Nol, 67–109.
Zwölfer, W. (1932): Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. f. ang. Ent. 19, S. 497–513.

*Aus dem Institut für angewandte biologische Freilanduntersuchungen*
*Arnhem — Holland*

# On the synchronization of the generations of the Tachinid *Carcelia obesa* Zett. (=*rutilla* B. B.) and its host *Bupalus piniarius* L.

By H. Klomp[1]

## Introduction

In a study of the complex of factors influencing the number of the pine looper (*Bupalus piniarius* L.), the interaction between the main parasite (*Carcelia obesa* Zett.) and its host has been analysed. The results provide strong evidence for the correctness of Nicholson's theory on host parasite interactions (Nicholson 1933).

One of the basic assumptions of this theory, not stressed by Nicholson, but which can easily be derived from it, is the synchronization of host and parasite generations. In recent years Thalenhorst (1950) and Varley (1953) have emphasized synchronisation to be a condition for effective control. This has been demonstrated in a natural population of *Artona cathoxantha* (fam. Zygaenidae) by van der Vecht (1945). The braconid parasite of this species has a shorter lifecycle than its host and fails to control when during an increase of host numbers the continuity of host generations gradually changes in discontinuity as a result of increasing parasite density and percent parasitism. In continuous generations host stages suitable for infection are always present. In discontinuous host generations, however, the numerous parasite eventually decreases in numbers through lack of synchronization and the host may become a pest. As will be shown in the present paper on the pine looper and its parasite *Carcelia,* the coincidence of suitable stages of the lifecycle is perfect. This being due to the parasite's reaction to a particular stage of development of the host.

The author's thanks are due to Mr. D. Bevan, Forestry Commission, Farnham, for correcting the English text.

## A. The lifecycle of the host

Circumstantial data on the lifecycle and bionomics of *Bupalus piniarius* in Germany have been given by Escherich (1931), Engel (1939), Schwerdtfeger (1944) and Schwencke (1953). The lifecycle of the Dutch population agrees in detail with that of Germany, and a brief summary of the lifecycle will therefore suffice (fig. 1).

Hibernation takes place in the pupal stage from October to May in the soil. Emergence of moths early in the morning. Coition shortly after emergence in the crowns of

[1] Present address: Zoological Laboratory, Agricultural University, Wageningen

Scots pine. A day later oviposition starts and lasts about a fortnight per individual, frequently interrupted by periods of resting and egg ripening. The eggs hatch about 20 days after deposition. The caterpillars cast their skins four times during their slow growth and descend to the soil in October, where pupation takes place. Diapause occurs in the early pupal stage.

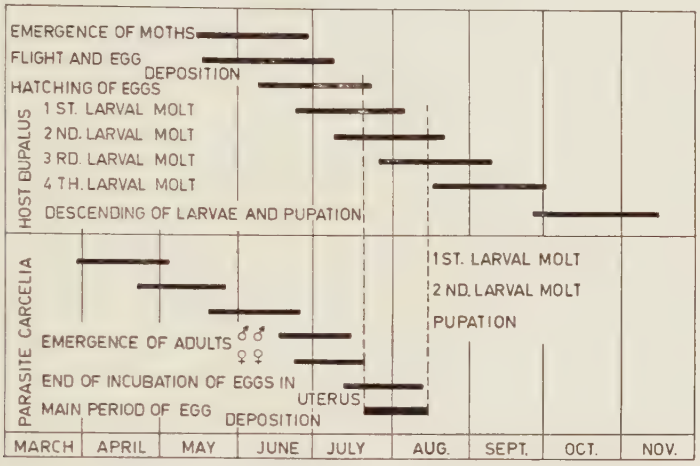



*Fig. 1.* The lifecycles of *Bupalus piniarius* and its tachinid parasite *Carcelia obesa*

## B. The lifecycle of the parasite

Details of the lifecycle and bionomics of the parasite have been given in a former paper (Klomp 1956). The data which are of interest for the purposes of this paper are given in fig. 1 and may be summarized as follows.

Hibernation takes place in the first larval instar within the host pupa. The third instar larva leaves the host pupa in May — June to pupate in the soil. After about four weeks the males emerge, followed by the females about six days afterwards. Maturation of eggs in uterus takes 14—16 days. The main period of egg deposition occurs in the second half of July and the first three weeks of August.

## C. The synchronization of generations

### a. The influence of temperature

The data in fig. 1 represent the lifecycles of host and parasite under average field conditions. The main oviposition period of the parasite coincides with the second and third larval instar of the host. Larvae of this age can be parasitized successfully. Therefore, we can conclude that host and parasite are well synchronized.

A priori it might be possible that extremely deviating climatic conditions cause asynchronism by a shift of stages when host and parasite react discriminatively to the same climatic factors. However, a delay of the development of the parasite has only a small effect if any, for host caterpillars do not pupate before the end of September and the later instars can be successfully parasitized.

Accelleration of the development of the parasite may lead to coincidence of the period of oviposition and the egg stage and first larval instar of the host. This would be disadvantageous, for parasitization of first instar larvae normally causes their death.

A shift of stages as mentioned here can only occur when parasite and host react discriminatively to a climatic factor, say an abnormally high temperature. However, we have shown experimentally that this condition is not fulfilled in the case of abnormal high temperatures. At 24° C both development of the host and of the parasite is accelerated by the same amount (fig. 2). Hence, even at this high temperature a complete synchronization of parasite oviposition and the presence of favoured host larvae is accomplished. Therefore, disturbance of coincidence by climatic factors is hardly possible.

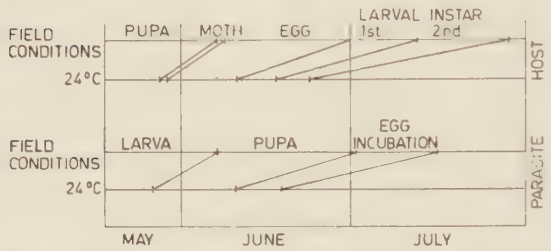



*Fig. 2.* The influence of temperature on the rate of development of host and parasite. Both under field conditions and at 24° C, the oviposition of the parasite coincides with the 2nd larval instar of the host

### b. The influence of the host species

Several authors have published data on the synchronization of a parasite species in single and multiple generation strains of one host species. Bradley and Arbuthnot (1938) have shown that the braconid *Chelonus annulipes* has two generations when reared on the bivoltine strain of *Pyrausta nubilalis* in New England, whereas it is single brooded when reared on the univoltine strain of the same host in Central America.

Cox (1932) working with *Ascogaster carpocapsae*, the larval parasite of the codling moth, *Carpocapsa pomonella*, concluded from experiments that this parasite is synchronized with both the single and double generation strains of its host. Perhaps an even better illustration is the coincidence of the parasite with three strains of the oriental fruit moth, which have 2, 3 and 4 generations per year respectively.

Wishart (1945) also gives an example of the same phenomenon. The tachinid *Aplomya caesar* has one generation when reared on the univoltine strain of *Pyrausta nubilalis*, whereas it has two when reared on the bivoltine strain.

Barnes (1943) has shown in the gallmidge and its larval parasite, that the majority of both host and parasite emerge after only one winter. The others pass through a diapause of a varying number of years and it is suggested that the long period of parasite quiescence is induced by the host. The same phenomenon has been observed by Lathrop and Newton (1933) in *Rhagoletis pomonella* and the braconid *Opius melleus*. In this instance, however, the host is killed by the parasite larva before the first winter and it seems unlikely that the protracted diapause of the parasite is caused by the host.

It has also been observed that the number of parasite generations varies with the host species. Dowden (1935) stated that if the chalcid *Brachymeria compsilurae* parasitizes a single generation tachinid such as *Sturmia scutellata*, the resulting progeny remains as full grown larvae untill the following year. But if the multibrooded tachinid *Compsilura concinnata* is attacked, several generations of the chalcid occur.

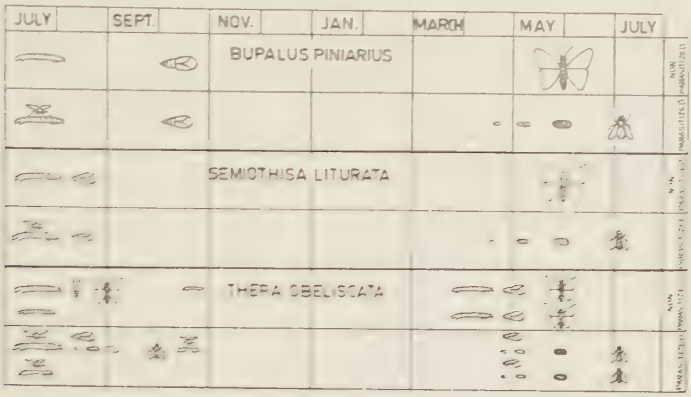



*Fig. 3.* The lifecycle of *Carcelia obesa* in different host species. *Bupalus* and *Semiothisa* are univoltine, *Thera obeliscata* is partly uni-, partly bivoltine

Schneider (1952) has shown that the ichneumonid *Diplazon fissorius* is univoltine in the host *Epistrophe bifasciata*, oligovoltine in *Syrphus ribesii* and polyvoltine in *Epistrophe balteata*, which have one, two and more generations per year respectively.

We have studied the lifecycle of *Carcelia obesa* in three different geometrid host species (fig. 3). *Bupalus piniarius* and *Semiothisa liturata* which are univoltine and *Thera obeliscata* which is partly uni-, partly bivoltine. The three species are in the caterpillar stage in August, the period of oviposition of the parasite. *Bupalus* has a slow growth, pupates in October and passes the winter in diapause. Metamorphosis takes place in April next year. The cycle of *Semiothisa* agrees fairly well with that of *Bupalus*. The growth of the caterpillar, however, is completed in a shorter space of time. The larvae of *Thera* emerge from the eggs in June—July. The univoltine individuals, which are in the minority, show hardly any growth after the first or second instar up to next spring. Then, they pupate and give rise to adults in May. The bivoltine individuals grow fast and pupate in August—September. The moths emerge after some weeks and their progeny hibernates in the caterpillar stage, as do the univoltine individuals.

As appears from figure 3 the parasite is fully synchronized with the lifecycles of the three host species. In neither of the species is the first instar larva activated by the ecdysis and pupation of the host. In *Bupalus* and *Semiothisa* it passes the winter in the host pupa, in *Thera* it hibernates in the caterpillar. In no case does it change to the second instar untill the development of the host. This suggests that the parasite larva is activated by the development of the host.

### c. Parasitization of different instars of one host species

FLANDERS (1944) has stated that the length of the period during which the encyrtid *Quaylea whittieri* remains as a second instar larva is influenced by the developmental condition of its host *Metaphycus lounsburyi*. The younger the host the longer this period. A comparable example has been given by JOHANSSON (1951). He shows that the duration of the development of the braconid *Apanteles glomeratus* increases when the host is infested at a younger stage. These examples suggest that the parasite is activated by a definite stage in the development of the host. It appears that this also occurs in the parasite-host system under consideration, as has already been suggested in chapter b. Therefore, we have studied this point in more detail by parasitizing quite a number of caterpillars of the bivoltine strain of *Thera obeliscata* in August. These caterpillars pupate in August—September and some weeks afterwards the third instar larva of the parasite pupates outside the host body, which is destroyed by histolysis (see fig. 3).

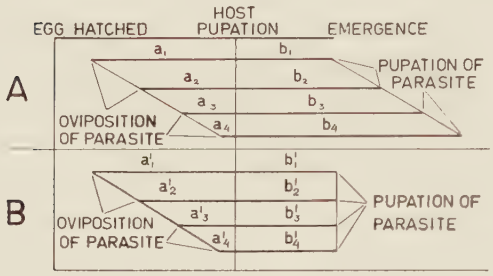



*Fig. 4.* Schematic representation of the duration of development of a parasite when the host larva is infected at different stages. A. The parasite's development is independent of that of the host. B. The parasite's pupation is induced by a definite stage of host metamorphosis. See the text

From all individuals parasitized we measured the periods from parasite oviposition to host pupation (period a) and from host pupation to parasite pupation (period b). When development of the parasite is fully independent of that of the host it is to be expected that period a + b will be constant

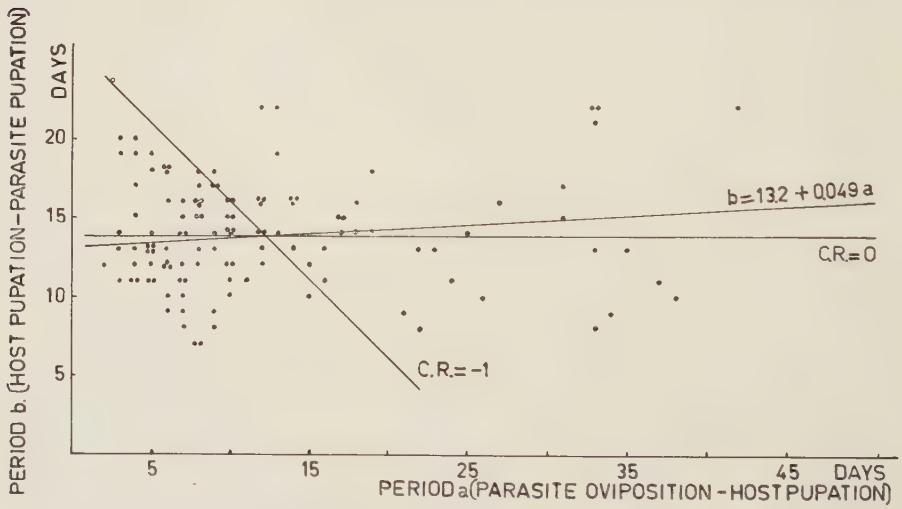



*Fig. 5.* Graph showing that the period of parasite oviposition to host pupation has no influence on the period of host pupation to parasite pupation. The coefficient of regression (C. R.) 0.049 does not deviate significantly from 0.000. C. f. fig. 4

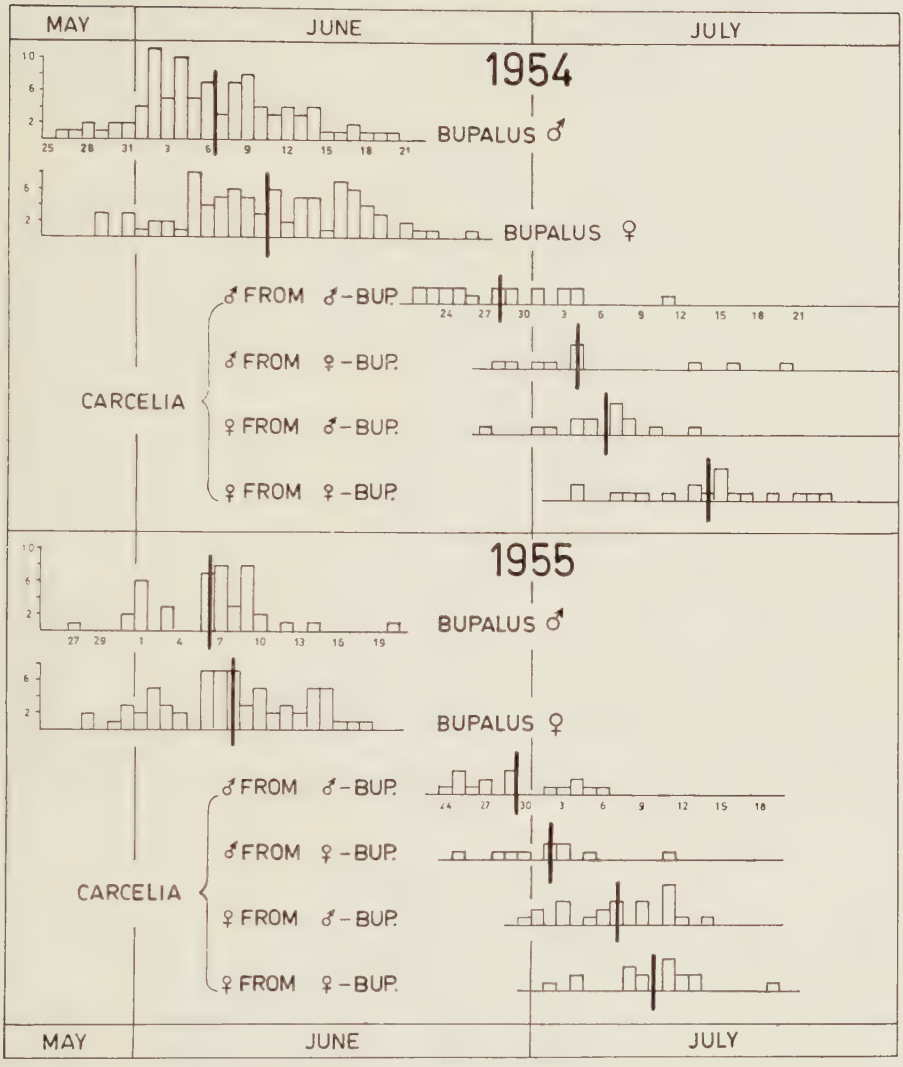



*Fig. 6.* Histograms of the emergence of host and parasite during two seasons. The mean dates of emergence are indicated by a vertical line. See the text

and, moreover, that b will increase the amount that a decreases, i. e. the host is parasitized in a more advanced larval stage (fig. 4, A). When the first larval ecdysis of the parasite is induced by a definite stage in the metamorphosis of the host, as suggested above, we may expect that the period a + b would decrease when the host is parasitized in a more advanced larval stage. Moreover, period b would be constant (fig. 4, B).

In the first case (4, A) the regression of period b on period a is linear and the coefficient indicating the slope of the curve, C.R. = −1,0. In the second case (4, B) the regression is linear as well, C. R., however, being 0,0. The results have been plotted in fig. 5. We have computed C. R. to be 0,049 and

this value does not deviate significantly from 0,0. Hence, it may be concluded that the length of period b is constant and independent from period a. This makes it very probable that the growth of the first instar larva of *Carcelia* is activated by a definite stage in the metamorphosis of the host.

### d. The emergence of host and parasite under field conditions

The male moths of *Bupalus piniarius* normally emerge, on average, 4 days before the females under field conditions. This means that the metamorphosis of the males probably starts the same number of days before that of the females. Hence, when the development of the parasite is activated by a definite stage in the metamorphosis of the host, the parasites emerging from the male pupae must appear some days before those emerging from female host pupae.

We studied this point in 1954 and 1955. The first year was normal and shows a statistically significant difference in emergence of males and females. In 1955 this difference was partly wiped out by abnormal weather conditions (fig. 6).

In 1954 the effect on the emergence of the parasite is evident, especially when parasite males and females are treated separately. There is a statistically significant difference in mean time of emergence between male parasites from male hosts and male parasites from female hosts, and also between female parasites from male hosts and female parasites from female hosts (fig. 6). In 1955 these differences are not statistically significant just as the difference between male and female moths during that year.

Also these data provide strong evidence for the assumption that the development of the parasite is activated by a definite stage in the metamorphosis of the host.

## Zusammenfassung

1. Bei normalen wie auch abweichenden Temperaturen besteht eine totale Koinzidenz zwischen der Eiablage der Tachine *Carcelia obesa* Zett. und den Zweit- und Drittlarven von *Bupalus piniarius* L., die für die Parasitierung in Frage kommen (Abb. 1 und 2).

2. Koinzidenz zwischen Wirts- und Parasitengenerationen tritt in Erscheinung a) bei verschiedenen Wirtsarten (Abb. 3), b) bei univoltinen und bivoltinen Individuen desselben Wirtes (Abb. 3) und c) nach Parasitierung von verschiedenen Larvenstadien desselben Wirtes (Abb. 5).

3. Im letzteren Fall (2, c) können theoretisch die beiden Extreme in Abb. 4 auftreten. An Hand der Eiablage an den verschiedenen Larvenstadien von *Thera obeliscata* läßt sich nachweisen, daß die Verpuppungszeit des Parasiten unabhängig vom Zeitpunkt der Eiablage ist (Abb. 5).

4. *Bupalus*-Falter sind protandrisch (Abb. 6). *Carcelia*-Fliegen, die aus männlichen *Bupalus*-Puppen schlüpfen, erscheinen früher als die, welche aus weiblichen *Bupalus*-Puppen zum Vorschein kommen. Dies tritt am deutlichsten nach Trennung der *Carcelia*-Geschlechter in Erscheinung, da auch der Parasit protandrisch ist (Abb. 6).

5. Aus den angeführten Beobachtungen ist zu schließen, daß die Koinzi-

denz durch Aktivierung der Parasitenlarve während einer bestimmten Phase der Metamorphose des Wirtes zustande kommt. Das erste Larvenstadium des Parasiten wandelt sich nicht zum zweiten Stadium um, ehe die Entwicklung der Wirtspuppe anfängt (Abb. 1 und 3). Der physiologische Mechanismus der Aktivierung wurde nicht untersucht.

## References


Barnes, H. F., 1943: Studies of fluctuations in insect populations X. Prolonged larval life and delayed subsequent emergence of the adult gall midge. J. An. Ecol. 12, 137–138.

Bradley, W. G. and K. D. Arbuthnot, 1938: The relation of host physiology to development of the braconid parasite Chelonus annulipes Wesmael. Ann. Ent. Soc. Am. 31, 359–365.

Cox, J. A., 1932: Ascogaster carpocapsae Viereck, an important larval parasite of the codling moth and oriental fruit moth. N. Y. State Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 188, 26 pp.

Dowden, P. B., 1935: Brachymeria intermedia (Nees) a primary parasite and B. compsilurae (CWFD) a secondary parasite, of the gypsy moth. J. Agr. Res. 50, 495–523.

Engel, H., 1939: Beiträge zur Biologie des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 10, 51–64.

Escherich, K., 1931: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. III.

Flanders, S. E., 1944: Diapause in the parasitic Hymenoptera. J. Econ. Ent. 37, 408–411.

Johansson, A. S., 1951: Studies on the relation between *Apanteles glomeratus* L. *(Hym., Braconidae)* and *Pieris brassicae L. (Lepid., Pieridae)*. Norsk Ent. Tidsskr. 8, 145–186.

Klomp, H., 1956: Die Morphologischen Merkmale und die Bionomie der Kiefernspanner-Tachine *Carcelia obesa* Zett. (= rutilla B. B.). Z. ang. Ent. 38, 288–294.

Lathrop, F. H. and R. C. Newton, 1933: The biology of Opius melleus Gahan, a parasite of the blueberry maggot. J. Agr. Res. 46, 143–160.

Nicholson, A. J., 1933: The balance of animal populations. J. An. Ecol. 2, 132–178.

Schneider, F., 1950: Die Entwicklung des Syrphidenparasiten *Diplazon fissorious* Grav. in uni-, oligo- und polyvoltinen Wirten und sein Verhalten bei parasitärer Aktivierung der Diapauselarven durch *Diplazon pectoratorius* Grav. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 23, 155–194.

Schwencke, W., 1953: Beiträge zur Bionomie der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* Cl. auf biozönotischer Grundlage. Beitr. z. Ent. 3, 168–206.

Schwerdtfeger, F., 1944: Die Waldkrankheiten. Berlin.

Thalenhorst, W., 1950: Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie. Z. ang. Ent. 32, 1–48.

Varley, G., 1953: Ecological aspects of population regulation. Trans. IXth. Int. Congr. Ent. Amst. 1953, vol. 2, 210–214.

Wishart, G., 1945: *Aplomya caesar* (Aldrich), a tachinid parasite of the European corn borer. Can. Ent. 77, 157–167.

*Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin*
*Institut für Phytopathologie Naumburg (Saale)*

# Untersuchungen über die Entwicklung der Larve des Apfelwicklers (*Carpocapsa (Cydia) pomonella* L.) an Zwetschen und Pflaumen

Von E. Zech

Die Raupe des Apfelwicklers lebt an zahlreichen Obstgehölzen. Nach Heddergott (1953) ist sie regelmäßig an Apfel, Birne, Quitte, Walnuß, Weißdorn, weniger auch an Aprikose, Pfirsich, Mandel, Pflaume, Kirsche und Eßkastanie zu finden. Adkin (1931) hat sogar eine Raupe dieses Schädlings in einer Melone aufgefunden und bis zur Imago durchgezüchtet.

Über Funde von *Carpocapsa*-Raupen an den oben erwähnten Wirtspflanzen liegen bereits viele Mitteilungen vor, von denen aber nur wenige nähere Auskunft über den Entwicklungsablauf in diesen Früchten geben. Soweit es sich hierbei um den Befall von Steinfrüchten handelt, waren es vor allem Pettey (1925), Bourne und Withcombs (1927), Mackie (1931), Chorbadzhiev (1936) und Smith (1940), die sich diesem Problem näher widmeten. *Carpocapsa*-Befall an Steinfrüchten wird in der Regel nur durch Motten, die von benachbarten Birn-, Apfel-, Quitten- und Walnußbäumen zufliegen, verursacht. Es gibt m. W. lediglich 4 Berichte, aus denen hervorgeht, daß sich die Art unabhängig von ihren eigentlichen Wirten an Steinobst halten kann (Pettey 1925, Smith 1929, 1940 und Bovey 1949).

Pettey (1925) berichtet aus Wellington (Südafrika), daß die Art dort in vielen Obstanlagen an Aprikosen und Pflaumen ernsthafte Schäden verursachte. Das Auftreten des Schädlings wurde auch in Aprikosengärten, die eine halbe Meile und weiter von Apfel- und Birnenquartieren entfernt liegen, festgestellt. In einigen Aprikosengärten waren 20% der Ernte befallen.

Smith (1940) teilt mit, daß der Apfelwickler in Südkalifornien unabhängig von den gewöhnlichen Wirten an Aprikosen, Pfirsichen und Pflaumen leben kann. In den am stärksten geschädigten Obstgärten waren 1927 und 1928 3% der Früchte befallen. In den folgenden 10 Jahren nahm der Befall zu und erreichte in ungespritzten Gärten etwa 50% der Ernte.

Seit 1930 wird *C. pomonella* nun auch im steigenden Maße in reinen Aprikosenbeständen des Kantons Wallis (Schweiz) schädlich (Bovey 1949). Der Anteil der befallenen Aprikosen schwankte in den verschiedenen Jahren zwischen 3,7 % und 36% an den Hängen, wo die Fruchtart mit Weinreben allein wächst, und überschreitet im Tal, wo sie mit Äpfeln und Birnen vermischt angebaut wird, selten 1%.

Über den Fraß und das Verhalten von *C. pomonella* an Zwetschen und Pflaumen liegen für Deutschland offenbar noch keine näheren Angaben vor. Speyer (1931) gibt lediglich an, daß unter den an Zwetschenbäumen ange-

brachten Wellpappfanggürteln keine Apfelwicklerraupen gefunden wurden. Wie jedoch an Hand der ausländischen Arbeiten dargelegt werden konnte, werden beide Fruchtarten in verschiedenen Gebieten der Erde befallen. Die Frage, ob auch bei uns die in der Regel durch *Grapholita funebrana* und *Rhynchites cupreus* hervorgerufene Wurmstichigkeit der betreffenden Fruchtarten zu einem gewissen Teil von *C. pomonella* bewirkt wird, gab Veranlassung, obige Befunde in Mitteldeutschland einer Nachprüfung zu unterziehen. Dies erschien um so dringlicher, da es mehrere Mitteilungen gibt, aus denen hervorgeht, daß das biologische Verhalten von *C. pomonella* in Ländern anderer klimatischer Verhältnisse nicht mit dem aus unserem Gebiet bekannten übereinstimmt. Die dargestellten Versuche sollen gleichzeitig ein Diskussionsbeitrag zu der Frage sein, ob bei dem weltweit verbreiteten Apfelwickler eine Differenzierung in biologische Rassen eingetreten ist.

## A. Methodik

Zur Gewinnung des Raupenmaterials wurden die aus den überwinterten Zuchten schlüpfenden männlichen und weiblichen Apfelwickler in einen mit Nesselstoff bespannten Zuchtkäfig (Grundfläche: 30 × 30 cm, Höhe: 60 cm) überführt. In Wasser gestellte Apfelzweige und eine den Käfigboden bedeckende Schicht von Apfel- und Birnenblättern boten den Weibchen genügend Gelegenheit für die Eiablage. Als Nahrung reichte ich Zuckerwasser. Die mit *Carpocapsa*-Eiern belegten Blätter wurden täglich dem Zuchtkäfig entnommen und in Petrischalen gelegt. Sobald nun in diesen Gefäßen eine größere Anzahl Eiräupchen schlüpfte, wurde eine entsprechende Anzahl Früchte dazugelegt. Um zu verhindern, daß sich mehrere Räupchen in eine Frucht einbohrten, wurde diese unmittelbar nach dem Eindringen eines Tieres der Petrischale entnommen und in das Zuchtgefäß überführt. Hierdurch war es auch zugleich möglich, diejenigen Tiere, die zu schwach waren, in die Früchte einzudringen, vom Versuch auszuschalten.

Als Behälter für die in Einzelzucht genommenen Obstmaden dienten 1/4 l Einmachgläser. Um die Tiere mit Frischluft zu versorgen, wurden die Glasdeckel je einmal morgens und abends für kurze Zeit abgenommen. Die Zeitspanne, in welcher ein Nahrungswechsel erforderlich war, richtete sich nach dem Zustand der Früchte und nach dem Alter der Raupen. Zur Erleichterung der Einbohrarbeit der Larve wurde die neu gereichte Frucht mit einer Kerbe versehen.

Parallel zu den Laboratoriumsversuchen liefen Untersuchungen im Freiland. Bei den letzteren wurden die Blätter mit den darauf abgelegten Eiern mit Stecknadeln an den Zweigen stark tragender Zwetschen- und Pflaumenbäume befestigt und der Ast mit Nesselstoff eingebeutelt.

Bei weiteren Untersuchungen wurde der Nahrungswert von Zwetschen- und Pflaumenblättern für *C. pomonella* ermittelt. Während Speyer (1932) die mit Apfelblättern ernährten Raupen in Uhrglasschälchen (Einzelzucht) und Wiesmann (1939) die Tiere in Petrischalen (Massenzucht) züchteten, habe ich für die in Einzelzucht gehaltenen Obstmaden die oben erwähnten 1/4-l-Einmachgläser verwendet. Die aus dem Eiablagekäfig mit einem Haarpinsel entnommenen frischgeschlüpften Räupchen wurden auf ein im Zuchtgefäß liegendes Blatt gesetzt und dieses anschließend mit zwei bis drei weiteren Blättern belegt. Nach diesem Abdecken stellten die Räupchen ihre in

den ersten Lebensstunden sehr lebhaften Wanderungen ein und begannen mit dem Fraß. Diese Zuchthaltung machte aber jeden zweiten Tag einen Blattwechsel erforderlich.

Für die Ermittlung der Kopfkapselbreite von *C. pomonella*, die als Maß für das Größenwachstum der Larven dienen kann, wurden alle in den Zuchten eingegangenen Tiere nach Stadien und Herkünften getrennt in 80%igen Alkohol übergeführt und bis zum Zeitpunkt der Messung hierin aufbewahrt.

Um weitere Ergebnisse über den Einfluß der Steinobstnahrung auf das Größenwachstum der Apfelwicklerraupen zu erhalten, habe ich alle Larven, welche die Nahrungsaufnahme einstellten und damit die Spinnreife erreicht hatten (Stadium V), lebend gewogen. Die Vergleichstiere sind aus Fanggürteln von Apfel- und Birnenbäumen eingetragen worden.

Die Anzahl der Eier der an den betreffenden Steinfrüchten gezogenen Apfelwickler ist mit Hilfe eines Binokulars ermittelt worden. Gezählt wurden alle bei 25facher Vergrößerung in den Eiröhren noch deutlich erkennbaren Eier, wobei kein Unterschied zwischen reifen und unreifen gemacht wurde.

## B. Versuche mit Zwetschen- und Pflaumenfrüchten

### I. Fraßgewohnheiten

Über das Einbohren und Verhalten der Jungraupen in Apfelfrüchten ist in Deutschland bereits von Lehmann (1922) und Bender(1954) berichtet worden. Wie bei den eigenen Versuchen beobachtet werden konnte, verhielten sich die Larven an Zwetschen und Pflaumen in ähnlicher Weise. Nachdem das frischgeschlüpfte Räupchen einige Minuten auf der Frucht umhergelaufen ist, beginnt es, zu seiner Körperachse querliegende Fäden zu spinnen, die ihm mehr Halt bei seiner Bohrtätigkeit geben. Anschließend beißt die Larve Stück für Stück der Fruchthaut heraus und räumt sie beiseite. Sobald die Fruchthaut durchbohrt ist, biegt die Raupe seitlich ab und setzt ihren Gang fort. Die Eintrittsöffnung wird mit den abgebissenen Fruchtfleischstückchen versponnen. Bis zu diesem Zeitpunkt vergeht ungefähr eine Stunde. In sehr jungen Früchten dringen die Räupchen bis zum weichen Kerngewebe vor und verzehren es meist vollständig. Anschließend wird der Fraß im Fruchtfleisch fortgesetzt und auch dieses fast restlos verzehrt. Oft findet man im Innern der Früchte nur noch eine einzige Kotmasse, die von der dünnen

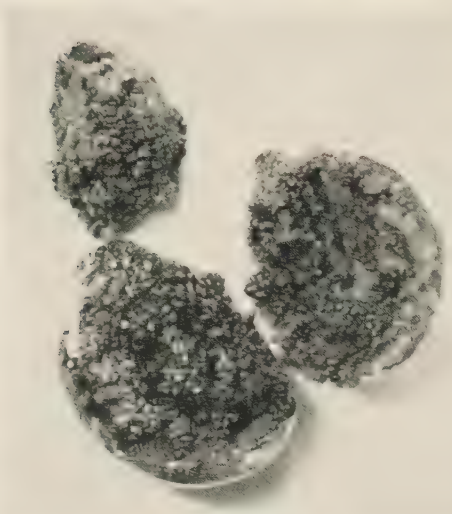


*Abb. 1.* Vollständige von einer Apfelwicklerraupe ausgefressene und mit Kot ausgefüllte Zwetschenfrucht

Außenhaut umgeben ist. Bei älteren Früchten mit bereits erhärtetem Kern dient, wie bei *G. funebrana* (Bovey 1939), nur das Fruchtfleisch als Nahrung. Weiterhin war auffallend, daß, wie auch von *G. funebrana* bekannt ist, fast immer der gesamte Kot im Innern der Frucht verblieb (Abb. 1). Nach den Angaben von Bender (1954) wird aber der in Äpfeln anfallende Kot bis zum dritten Stadium durch das Einbohrloch herausgeschafft, und nur vom dritten Stadium ab bis zum fünften verbleibt er im Kerngehäuse. Erst während des letzten Stadiums wird ein größerer Ausgang angelegt, durch den der einstweilen anfallende Kot hinausgeschafft wird.

Wie bereits erwähnt, ist das Alter der gebotenen Früchte für die Entwicklung der *Carpocapsa*-Raupen von großer Bedeutung. So konnten die Tiere in harten und jungen Früchten, ohne Schaden zu nehmen, solange belassen werden, wie sie noch Nahrung vorfanden. Dies war meist bis zum fünften Stadium der Fall. Da sie jedoch nach einem Fruchtwechsel beim Anlegen einer neuen Fraßhöhle eine große Menge Fruchtfleisch heraustransportierten, verblieb ihnen bei der relativ kleinen Zwetschenfrucht erheblich weniger Nahrung als bei Äpfeln, so daß häufigerer Fruchtwechsel erforderlich wurde.

## II. Laboratoriumszuchten

Die von den Zwetschen- und Pflaumenzuchten erhaltenen Ergebnisse sind zusammenfassend in Tabelle 1 dargestellt. Während im günstigsten Falle 67 % (Pflaumenzucht I) der in diese Früchte eingedrungenen Raupen das V. Stadium erreichten, waren es bei der Kontrolle (Apfelfrüchte) 87 %. Leider kann hier nur die Apfelzucht von 1953 zum Vergleich herangezogen werden, da die von 1954 aus unbekannten Ursachen vorzeitig einging. Sobald die Tiere das V. Stadium erreicht hatten, waren sie sehr empfindlich gegen ältere Fruchtnahrung, die durch den Raupenfraß weich und wässerig wird und schließlich ihren Tod bewirkt. So gingen aus den Zuchten von 1954 nur 76 spinnreife Raupen hervor, obwohl immerhin 123 Tiere sich viermal häuteten. Von den 76 versponnenen und unter Freilandverhältnissen überwinterten Obstmaden schlüpften 1955 zeitlich mit den Apfelzuchten übereinstimmend nur 20 kleine Falter, wovon 9 ♂♂ und 11 ♀♀ waren. Bei diesen 11 Motten wurden 0, 0, 0, 0, 0, 4, 12, 36, 38, 56 und 96 Eier je Tier gezählt, das sind im Durchschnitt 22 Eier je ♀. Dagegen betrug die durchschnittliche Eizahl bei der Kontrolle von insgesamt 68 ♀♀ 88. Aus den

*Tabelle 1*

**Ergebnisse der mit verschiedener Nahrung gehaltenen Apfelwicklerraupen. Stadium V bedeutet zugleich die Anzahl der je Zucht erhaltenen spinnreifen Tiere**

| Nahrung | Versuchsbg. | Anzahl Raupen | davon erreichten Stadium: II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Apfelfrüchte | 12. 6. 53 | 30 | | | | 26 = 87 % |
| Zwetschenfrüchte I | 5. 7. 54 | 34 | | | 16 | 12 = 35 % |
| Pflaumenfrüchte I | 5. 7. 54 | 30 | | | 22 | 20 = 67 % |
| Zwetschenfrüchte II | 25. 7. 54 | 100 | | | 66 | 57 = 57 % |
| Zwetschenfrüchte III | 26. 7. 54 | 100 | 42 | 42 | 41 | 34 = 34 % |
| Zwetschenblätter | 14. 6. 53 | 32 | | | | 11 = 34 % |
| Zwetschenblätter (a) | 28. 6. 54 | 67 | 58 | 51 | 43 | 23 = 34 % |

obigen Untersuchungen geht somit hervor, daß die Steinobstnahrung neben einer hohen Larvensterblichkeit auch einen deutlich negativen Einfluß auf die Eiproduktion von *Carpocapsa pomonella* bewirkt hat.

### III. Freilandbeobachtungen und -versuche

#### a. Beutelversuche

Durch diese Versuche sollte festgestellt werden, ob die im Laboratorium erhaltenen Ergebnisse auch unter Freilandverhältnissen Geltung behalten. Die mit dem Laboratorium zeitlich parallel laufenden Freilandzuchten wurden im Institutsgarten gehalten.

Bei dem am 5. 7. 1954 begonnenen Versuch habe ich auf fünf Stoffbeutel verteilt insgesamt 200 Zwetschenfrüchte und 400 Apfelwicklereier eingezwingert. Die Kontrolle vom 9. 8. ergab, daß fast alle Früchte von Apfelwicklerraupen befallen waren. Von insgesamt 145 in die Früchte eingedrungenen Räupchen waren 99 bereits unmittelbar nach dem Einbohren eingegangen, während von den 46 am Leben gebliebenen Tieren 2 dem dritten, 18 dem vierten und 26 dem fünften Stadium angehörten. Fast alle Raupenbeherbergenden Früchte waren blaugrün verfärbt, und aus den Einbohrlöchern ragten kleine Gummitröpfchen hervor. Die Hauptmasse der befallenen Früchte hatte sich bereits von den Zweigen gelöst und lag auf dem Beutelboden. Nur 2 Früchte, die von je einer Raupe bewohnt waren, hingen noch an den Zweigen. Die beiden in ihnen vorgefundenen dem V. Stadium zugehörenden Raupen hatten ihre zuerst bewohnte Frucht verlassen und waren in eine neue eingedrungen. Die beiden Zwetschen besaßen ein großes schräg verlaufendes Einbohrloch, worauf sich ein hoher Abraumhügel befand. Weiterhin wurde eine Anzahl Raupen des dritten und vierten Stadiums vorgefunden, die ihre Früchte selbst bei Nahrungsmangel nicht verlassen hatten. Das Fleisch dieser wahrscheinlich schon frühzeitig abgefallenen Früchte war vollkommen eingetrocknet und von lederartiger Beschaffenheit (Abb. 2). Die in diesen Früchten angetroffenen Raupen ernährten sich von dem bereits erhärteten Kern. Von letzterem haben die Larven auch etwas Bohrmehl nach außen befördert. Durch diese ungewohnte Nahrung waren die Tiere in ihrer

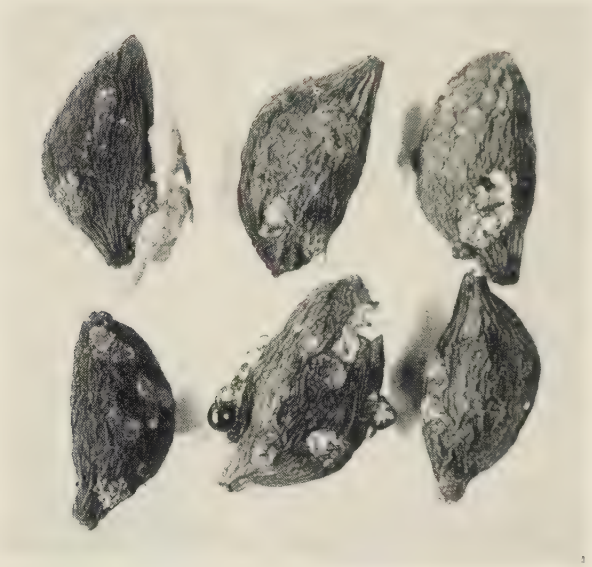


*Abb. 2.* Durch Apfelwicklerbefall abgefallene und eingetrocknete Zwetschen

Entwicklung stark zurückgeblieben und ergaben infolgedessen auch keine Falter mehr. Die im Laboratorium weitergezüchteten Raupen waren anfangs sehr entwicklungsfreudig, aber schon nach dem nächsten Fruchtwechsel (17. 8.) bekamen sie ein bläuliches Aussehen, wurden weich und gingen ein. Da ein früher begonnener Freilandversuch diese Erscheinung nicht zeigte, wird als Ursache hierfür die Notreife der Früchte, die erst im Spätsommer auftritt und ein Weich- und Wässerigwerden derselben bewirkt, angenommen.

#### b. Infektionsversuch unter Freilandbedingungen

Bei dem im Jahre 1955 am 29. 6. begonnenen Versuch wurden 200 Apfelwicklereier an den Zweigen eines gut tragenden Zwetschenbaumes befestigt. Da diesmal die betreffenden Zweige nicht eingebeutelt wurden, war es möglich, das Verhalten der frischgeschlüpften Eiräupchen genau zu beobachten. Die Räupchen wanderten in ihren ersten Lebensstunden an den Zweigen und Blättern auf und ab. Sobald sie jedoch an eine Frucht gelangten, begannen sie, sich eine günstige Einbohrstelle zu suchen. Anschließend wurde mit der Bohrtätigkeit, meist an der Stelle, wo der Stengel in die Frucht einmündet, begonnen. Der hier entstehende kleine Abraumhügel ist typisch für *Carpocapsa*-Befall.

Im weiteren Verlauf der Beobachtungen wurde auch Blattfraß festgestellt. Während 3 Raupen an der Unterseite je eines Blattes fraßen, hatten 2 weitere Tiere sich bereits einen mit versponnenen Kot- und Blattstückchen überdachten Fraßplatz angelegt.

In den folgenden drei Wochen habe ich insgesamt 13 abgefallene, bläulich verfärbte Früchte, in die Raupen eingedrungen waren, unter dem Baum gefunden. Sie zeigten an den Eintrittsstellen der Raupen die bekannte Gummiausscheidung. Obwohl alle abgefallenen und befallenen Früchte kleine Fraßhöhlen aufwiesen, wurde nur noch in drei von ihnen je eine Larve des dritten Stadiums lebend vorgefunden. Auf Grund der geringen Größe der Fraßhöhlen und der in ihnen angetroffenen toten Räupchen ist zu schließen, daß die Tiere infolge der durch ihre Bohrtätigkeit auftretenden Gummose eingingen. Die noch am Baum verbliebenen, befallenen Früchte erhielten sich weiterhin frischgrün. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die dort eingedrungenen Räupchen nur sehr kurze Zeit lebten. Auch diese Früchte waren durch Gummi, der in Form kleiner Tröpfchen aus den Eindringungslöchern hervortrat, verschlossen. Diese Art Wundverschluß bot den Früchten, vorausgesetzt, daß die Larven unmittelbar nach dem Eindringen abstarben, einen guten Fäulnisschutz.

### IV. Auswahlversuche

#### a. Eiablage

In einem Zuchtkäfig wurden den Faltern zur freien Auswahl in Wasser gestellte Zwetschen- und Apfelzweige für die Eiablage geboten. Dieser Versuch ergab, daß die Hauptmasse der Eier nicht an die Pflanzen, sondern an die Innenflächen des Zuchtkäfigs abgelegt wurde, wobei die Weibchen unabhängig vom Standort einer Fruchtart immer die Lichtseite des Käfigs bevorzugten. Dabei war es vollkommen gleich, ob sich der Zuchtbehälter im Freiland oder im Laboratorium befand. Alle Bemühungen, die versuchsstörende Wirkung des phototaktischen Verhaltens der Motten durch Umsetzen der Käfige so-

wie allseitige Beleuchtung des Zuchtraumes auszuschalten, blieben ohne Erfolg. Die Zahl der an den Apfelzweigen abgelegten Eier war zwar deutlich größer als diejenige an Zwetschenzweigen, gestattete aber aus den oben bereits erwähnten Gründen nicht, daraus nähere Schlüsse zu ziehen. Auch die Tatsache, daß die eingezwingerten Apfelwickler einen kleinen Teil ihres Eivorrates an den Zwetschen (Blätter, Früchte und Zweige) ablegten, bietet ebenfalls noch keinen hinreichenden Beweis für ein gleiches Verhalten im Freiland. Untersuchungen an zahlreichen Zwetschen- und Pflaumenbäumen ließen eine Eiablage an diesen Obstgehölzen nicht erkennen. Daher wird angenommen, daß der Apfelwickler die betreffenden Fruchtarten bei der Eiablage meidet.

#### b. Nahrungswahl

Um festzustellen, ob die *Carpocapsa*-Raupen bei gleichzeitigem Vorhandensein von Äpfeln und Zwetschen eine der beiden Fruchtarten bevorzugen, wurden 10 annähernd gleich große Äpfel und Zwetschen in einem Glasgefäß gleichmäßig verteilt und anschließend 200 frischgeschlüpften Räupchen zur Auswahl überlassen. Die nach 10 Tagen erfolgende Kontrolle ergab, daß 86 Larven in die Äpfel und 69 in die Zwetschen eingedrungen waren. Aus diesem Ergebnis geht zwar eine geringe Bevorzugung der Apfelnahrung hervor, es zeigt aber auch andererseits, daß die Raupen Zwetschen ohne weiteres befallen. Unterschiede im Verhalten der Eiräupchen bei der Nahrungssuche gegenüber den beiden Fruchtarten wurden nicht festgestellt.

### C. Versuche mit Zwetschen- und Pflaumenblättern

Über Blattfraß von *Carpocapsa pomonella* liegen bereits mehrere Mitteilungen vor. In Deutschland gelang es erstmalig Speyer (1932), *Carpocapsa*-Raupen mit Apfelblättern bis zum Falter zu züchten. Später hat auch Küthe (1937) zur Prüfung von Bekämpfungsmitteln Obstmaden mit Apfelblättern großgezogen. Wiesmann (1939) hatte bei seinen Zuchtversuchen nicht nur mit Apfel-, sondern auch mit Birnen- und Walnußblättern Erfolg. Über diesbezügliche Versuche mit Zwetschen- und Pflaumenblättern liegen m. W. noch keine Angaben vor.

#### I. Fraßgewohnheiten

Wie aus den im Freiland gemachten Beobachtungen hervorgeht, haben nur wenige Tiere die Blattnahrung angenommen. Die Hauptmasse der frischgeschlüpften Räupchen wanderte solange umher, bis sie an eine Frucht gelangte.

Bei einem Parallelversuch im Laboratorium zeigten die Tiere an den in Wasser gestellten Zwetschenzweigen ein gleiches Verhalten. So waren von 100 Räupchen, die ich aus dem Eiablagekäfig mit einem Pinsel auf die Zweige und Blätter übertragen hatte, nach 2 Stunden bereits 50 und nach 12 Stunden 83 Tiere an die Früchte abgewandert und eingedrungen. An den Blättern fraßen nur 4 Räupchen unter einem versponnenen Kotdach. Sowohl in der Freiland- als auch in der Laboratoriumszucht blieben diese Tiere in der Regel nur bis zum III. Stadium am Leben. Dieses Ergebnis läßt erkennen,

daß die frischgeschlüpften Räupchen bestrebt sind, die Früchte aufzusuchen und wenig Neigung zum Blattfraß haben. Diese Feststellung steht im Gegensatz zu den von WIESMANN (1939) gemachten Angaben über das Verhalten der *Carpocapsa*-Raupen an Apfelzweigen („Die aus den auf Apfelblättern abgelegten Eiern auskriechenden Räupchen wandern nicht einfach ab und suchen Äpfel, sondern gehen bald daran, das Blatt, auf dem sie schlüpften, anzunagen, nachdem sie einige kleinere Wanderungen auf und unter dem Blatte ausgeführt haben"). Ferner gibt der Verf. an, daß dieser Blattfraß 1—2 Tage dauert, ehe sich die Raupe in eine Frucht einbohrt. Nach HALL (1934) kann der Fraß an Apfelblättern sogar bis zu 7 Tagen andauern, ohne daß die Raupe ihre Fähigkeit, in die Frucht einzudringen, verliert.

Überführte ich die frischgeschlüpften Räupchen in eine mit Zwetschen- oder Pflaumenblättern gefüllte Petrischale, so begannen die Tiere nach kurzen Wanderungen sofort mit der Anlage von Fraßplätzen und der Nahrungsaufnahme. Dabei wählten sie bevorzugt die unmittelbare Nähe der Blattrippen und diejenigen Stellen, wo sich zwei aufeinander liegende Blätter berührten. Der ziemlich breitflächig angelegte Fraßplatz war von einem Gespinst, in welches sie ihren Kot mit einbezogen, fest umsponnen. Hierin hielten sich die Tiere, ohne den Platz zu verlassen, bis zum III. Stadium auf. Mit Vorliebe bohrten sie sich auch in die Mittelrippe des Blattes ein und höhlten diese, den Kot ständig hinter sich lassend, der Länge nach aus. Während die Tiere des ersten und zweiten Stadiums die gegenüber liegende Blattepidermis fast immer unbeschädigt ließen, verursachten diejenigen des dritten Stadiums schon des öfteren Lochfraß. Nach der dritten bzw. vierten Häutung wurde dann das ganze Blatt einschließlich der Mittelrippe durchlöchert. Mit dem Beginn des fünften Stadiums erreichte der Nahrungsverbrauch schließlich seinen Höhepunkt, und erst mit dem Einsetzen der Spinnreife endete er plötzlich. Während nun das Verspinnen der aus den Blattzuchten stammenden Raupen zwischen den Blättern erfolgte, suchten die aus den Früchten kommenden Tiere die Rille zwischen Glasdeckel und Zuchtglas auf.

## II. Blattzuchtergebnisse

Bei dem am 14. 6. 1953 mit 32 frischgeschlüpften Larven begonnenen Zuchtversuch mit Zwetschenblattnahrung erreichten 11 die Spinnreife, und nur 7 von ihnen ergaben kleine Falter, und zwar 6 Weibchen und 1 Männchen. Dagegen erlangten von den 30 Raupen der Kontrolle (Apfelfrüchte) 21 die Spinnreife und 15 ergaben Falter, wovon 8 Männchen und 7 Weibchen waren. Die ungewohnte Nahrung wird anscheinend von den weiblichen Tieren besser vertragen als von den männlichen.

Wie Abbildung 3 zeigt, erreichten die mit Blättern gezüchteten Raupen erheblich später die Spinnreife als die Kontrolltiere, woraus deutlich eine durch diese Nahrung bewirkte Entwicklungsverzögerung hervorgeht. Auch die Zeitspanne, in welcher die Hauptmasse der Raupen sich einspann, war bei den mit Blättern ernährten Tieren am größten. Obige Angaben stimmen im wesentlichen mit denen, die SPEYER (1932) von Apfelblattzuchten machte, überein. Sie weichen jedoch von den WIESMANN'schen Ergebnissen (1939) ab, wonach die mit Apfel-, Birnen- und Walnußblättern ernährten *Carpocapsa*-Raupen erst einen Monat später als die an Apfelfrüchten gezüchteten Tiere zur Überwinterung bereit sein sollen. In den eigenen Zuchten betrug die Ent-

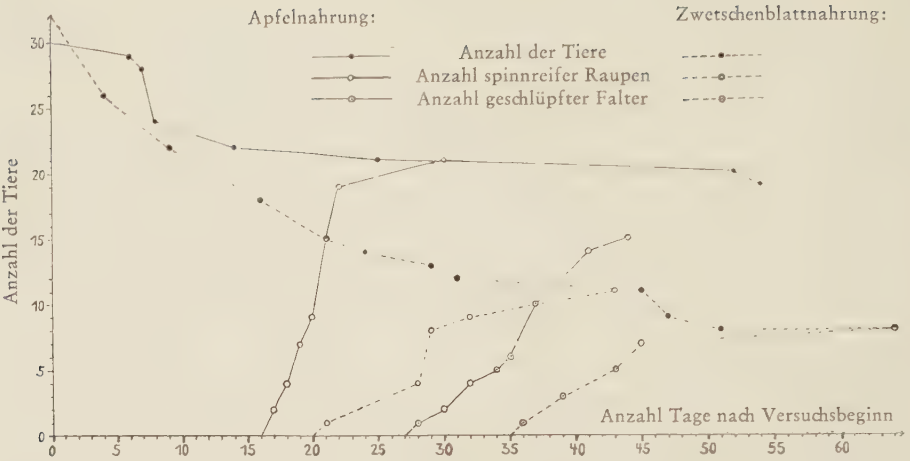



*Abb. 3.* Sterblichkeit und Entwicklungsdauer der mit Zwetschenblättern ernährten Apfelwicklerraupen. Die ansteigenden Kurven geben die Gesamtzahl der an den betreffenden Tagen eingesponnenen Raupen bzw. der geschlüpften Falter wieder. Aus den beiden abfallenden Kurven geht die Gesamtzahl der an den betreffenden Tagen in den beiden Zuchten noch lebend vorgefundenen Tiere hervor

wicklungsverzögerung der an Zwetschenblättern gehaltenen Raupen bis zum Verspinnungszeitpunkt im Durchschnitt nur 2 Wochen gegenüber der Kontrolle. Weiterhin ist bemerkenswert, daß alle eingesponnenen und am Leben gebliebenen Blattraupen sich sofort zur Imago weiter entwickelten. Dagegen gingen 4 der spinnreifen Kontrolltiere in Diapause, obwohl die mittlere Zuchtraumtemperatur während der gesamten Versuchszeit zwischen 22 und 28° C lag.

## D. Messungen und Wägungen

### I. Kopfkapselmessungen

Es ist bekannt, daß die Kopfkapselbreite der *Carpocapsa*-Raupe als ein Maß für ihr Größenwachstum bei unterschiedlicher Ernährung dienen kann (Speyer 1932). Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, ist die Durchschnittsbreite bei den mit Äpfeln und Zwetschen ernährten Raupen etwa gleich groß. Vergleicht man aber die Werte der Frucht- mit denen der Blattnahrung, so ergibt sich, daß die mittlere Breite von den mit Blättern gezüchteten Tieren bei den Stadien III, IV und V deutlich geringer ist als diejenige der Kontrolltiere.

### II. Raupengewicht

Weiterhin wurde versucht, an Hand von Raupenwägungen festzustellen, wie sich die Zwetschennahrung gewichtsmäßig auf die Entwicklung der Tiere auswirkt. Zu diesem Zweck habe ich alle mit Zwetschen- und Pflaumenfrüchten ernährten Raupen, sobald sie in den Zuchtgefäßen die Nahrungs-

*Tabelle 2*

**Kopfkapselbreite von C. pomonella bei verschiedener Nahrung gemessen in mm**

| Nahrung | Anzahl Raupen | größte Breite | kleinste Breite | ∅ Breite |
|---|---|---|---|---|
| | | *Stadium I* | | |
| ohne Nahrung | 57 | 0,388 | 0,277 | 0,337 |
| | | *Stadium II* | | |
| Apfel | 34 | 0,555 | 0,472 | 0,515 |
| Apfelblatt | 14 | 0,555 | 0,472 | 0,517 |
| Zwetsche | 11 | 0,555 | 0,444 | 0,500 |
| Zwetschenblatt | 38 | 0,555 | 0,416 | 0,494 |
| | | *Stadium III* | | |
| Apfel | 7 | 1,055 | 0,750 | 0,861 |
| Apfelblatt | 46 | 0,888 | 0,666 | 0,788 |
| Zwetsche | 18 | 0,888 | 0,750 | 0,826 |
| Zwetschenblatt | 95 | 0,888 | 0,611 | 0,728 |
| | | *Stadium IV* | | |
| Apfel | 9 | 1,333 | 1,111 | 1,200 |
| Apfelblatt | 29 | 1,255 | 0,944 | 1,150 |
| Zwetsche | 33 | 1,305 | 1,083 | 1,183 |
| Zwetschenblatt | 50 | 1,194 | 0,944 | 1,070 |
| | | *Stadium V* | | |
| Apfel | 20 | 1,722 | 1,388 | 1,598 |
| Apfelblatt | 8 | 1,555 | 1,361 | 1,479 |
| Zwetsche | 40 | 1,722 | 1,388 | 1,608 |
| Zwetschenblatt | 6 | 1,416 | 1,333 | 1,388 |

aufnahme einstellten, gewogen. Die Vergleichstiere stammten aus Fanggürteln von Apfel- und Birnenbäumen. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist das Mittelgewicht der 88 an Zwetschen und Pflaumen gezüchteten Raupen deutlich geringer als dasjenige der Freilandtiere. Auch das Minimal- und Maximalgewicht der Zuchttiere ist kleiner als dasjenige der Kontrolltiere.

*Tabelle 3*

**Gewicht der Larven des V. Stadiums von C. pomonella bei verschiedener Nahrung**

| Nahrung | Anzahl Raupen | ∅ Gewicht | kleinstes Gewicht | größtes Gewicht |
|---|---|---|---|---|
| Äpfel | 139 | 58,8 mg | 15 mg | 113 mg |
| Birnen | 133 | 65,3 mg | 37 mg | 98 mg |
| Zwetschen | 88 | 52,8 mg | 9 mg | 84 mg |

## E. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen erkennen, daß *C. pomonella* unter gewissen Bedingungen auch in Mitteldeutschland in der Lage ist, sich an Zwetschen und Pflaumen zu entwickeln. Jedoch wurde bei Freilanduntersuchungen nur ein sehr geringer *Carpocapsa*-Befall festgestellt (0,1 %). Hieraus ergibt sich die Frage, ob der Wickler die betreffenden Obstgehölze über-

haupt zur Eiablage aufsucht. Da die *Carpocapsa*-Weibchen die Hauptmasse ihrer Eier wahllos an die Innenflächen des Zuchtkäfigs ablegten bzw. die Pflaumen- und Zwetschenzweige nicht gänzlich gemieden wurden, lassen die Auswahlversuche keine eindeutige Aussage über die Bevorzugung der Apfelzweige zu. Weiterhin ist von Bedeutung, daß bei den Freilanduntersuchungen keine *Carpocapsa*-Eier an den betreffenden Steinobstbäumen aufzufinden waren. Aus diesem Grunde wird angenommen, daß der Apfelwickler die beiden Obstgehölze bei der Eiablage meidet. Die wenigen meist in Apfel- und Birnbaumnähe an Zwetschen- und Pflaumenbäumen angetroffenen Larven scheinen durch Verwehung der Jungräupchen oder durch Verirrung eines Weibchens bei der Eiablage auf diese Pflanzen gelangt zu sein.

Aus weiteren Versuchen geht hervor, daß die Larven des Wicklers, sobald sie auf irgendeine Weise auf die betreffenden Steinobstgewächse gelangen, deren Früchte ohne weiteres befallen. Aber schon beim Eindringen in diese bietet sich den Räupchen das erste, bei Äpfeln nicht auftretende Hindernis in Form des durch die Verletzung der Frucht entstehenden Gummis. Nach eigenen Beobachtungen finden hierdurch im Freiland etwa 50 % der sich einbohrenden Larven den Tod. Nach den Schätzungen von Smith (1929) sollen es 20 % sein. Bei den Laboratoriumszuchten mit gepflückten Steinfrüchten, wo die Sterblichkeit der Jungraupen selten 10 % überstieg, wurden über den Einbohrlöchern keine Gummitröpfchen beobachtet. Die weitere Entwicklung derjenigen Tiere, welche die Gummose überstehen, ist im erheblichen Maße vom Alter der Früchte abhängig. So sind den Tieren die im Frühsommer noch harten und grünen Früchte am bekömmlichsten. Zu dieser Jahreszeit gelang es, einige Tiere bis zum fünften Stadium an einer Frucht zu halten. Während die gepflückten und mit Raupen infizierten Früchte bis etwa Mitte Juli je nach den Zuchtverhältnissen einer mehr oder weniger starken Eintrocknung unterlagen, trat von ungefähr Anfang August an mehr und mehr der Notreifeprozeß bei den von *Carpocapsa*-Raupen bewohnten Früchten in Erscheinung. Es wird angenommen, daß der durch Flüssigkeitsansammlungen in den Fraßgängen verursachte Tod der Tiere auf einer Stigmenverschmierung, die eine ausreichende Sauerstoffzufuhr unterbindet, beruht.

*Abb. 4.* Von Apfelwicklerraupen bewohnte Pflaumen, die infolge des Gummiflusses mit den Blättern verklebt sind

Die im Freiland von Apfelwicklerraupen bewohnten Zwetschenfrüchte verfärbten sich ebenfalls bläulich und fielen in der Regel nach 2 bis 3 Wochen ab. Es kam aber auch in einigen Fällen durch den aus der Frucht hervortretenden Gummi zu einer Verklebung von Blatt und Frucht (Abb. 4),

die ihr Verbleiben am Baum bewirkte. Für die sich in den abgefallenen Früchten entwickelnden Raupen besteht nur wenig Aussicht, die Spinnreife zu erlangen, es sei denn, sie verspinnen sich schon im vierten Stadium, was von Äpfeln stammenden Tieren bekannt ist (Wiesmann 1937), oder sie baumen wieder auf und befallen erneut eine Frucht. Jedoch aus dem Verhalten der in den eingetrockneten Zwetschen vorgefundenen Raupen wird geschlossen, daß diese Tiere hierzu kaum noch in der Lage sind.

Die Blattnahrung der untersuchten Steinobstbäume hat für den Entwicklungsablauf des Schädlings im Freiland keine Bedeutung. Die frischgeschlüpften Räupchen der Laboratoriumszuchten nahmen zwar die Blattnahrung ohne weiteres an, zeigten aber unter natürlichen Bedingungen nur wenig Neigung, von Blättern zu fressen, und suchten in der Mehrzahl, entgegen den von Wiesmann (1939) an Apfelblättern gemachten Beobachtungen, sofort die Früchte auf.

Nach den Angaben von Smith (1940) ist *C. pomonella* in Kalifornien in der Lage, in günstigen Jahren an Pflaumenfrüchten 2 Generationen zu entwickeln. Bei den eigenen Versuchen gab es nur bei den jahreszeitlich sehr frühzeitig begonnenen Zuchten einige nicht in Diapause gehende Tiere. Demgegenüber schritten bei den frühzeitig begonnenen Blattzuchten in einem Fall sogar alle spinnreifen Larven sofort zur Verwandlung. Diese Tatsache bleibt jedoch für die Praxis bedeutungslos, da das Fortkommen des Schädlings mit dieser Blattnahrung im Freiland aussichtslos ist.

Somit ergibt sich aus dem Gesamtergebnis der Untersuchungen, daß Zwetschen und Pflaumen als Wirt für *Carpocapsa pomonella* im Untersuchungsgebiet keine Rolle spielen. Größere Schäden an *Prunus domestica*-Früchten sind daher bis heute auf den subtropischen Raum beschränkt. Es ist deshalb damit zu rechnen, daß in diesen Gebieten Populationen von *Carpocapsa pomonella* L. existieren, die gegenüber den mitteleuropäischen Populationen in der Wirtspflanzenwahl deutliche Unterschiede aufweisen.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1953 und 1954 wurden in Naumburg/S. Untersuchungen über den Nahrungswert und die Bedeutung von Zwetschen und Pflaumen als Wirtspflanzen für *Carpocapsa pomonella* durchgeführt.

Fraßversuche mit den beiden Fruchtarten ergaben, daß ihr Futterwert geringer als Apfelnahrung ist. Die mit dieser Steinobstnahrung gezogenen Raupen zeigten eine hohe Sterblichkeit.

Auf Grund der bei diesen Früchten bei Verletzungen erfolgenden Gummibildung fanden im Freiland über die Hälfte der sich einbohrenden Raupen den Tod.

Am bekömmlichsten waren den Tieren die jungen Steinfrüchte.

Das Gewicht der spinnreifen mit Zwetschen- und Pflaumenfrüchten gezogenen Raupen war geringer als dasjenige der Kontrolltiere.

Während es bei den mit Stein- und Apfelfrüchten gehaltenen Raupen keinen erkennbaren Unterschied in der Größe der durchschnittlichen Kopfkapselbreite gab, war letztere bei den mit Blättern gezüchteten Tieren bei den älteren Stadien deutlich geringer.

Die aus Zwetschen- und Pflaumenzuchten schlüpfenden *Carpocapsa*-Falter waren erheblich kleiner als diejenigen, die von Apfelzuchten stamm-

ten. Auch der Eivorrat der an den Steinfrüchten gehaltenen Tiere war geringer. In der Schlüpfzeit gab es keine Unterschiede.

Bei Fraßversuchen mit Zwetschenblättern gelang es, 34 % der Versuchstiere bis zur Spinnreife und 22 % bis zum Falter zu züchten. Im Freiland werden die Blätter nur selten von *C. pomonella* angenommen.

## Summary

Tests were carried out on the food value of plums and egg plums for *Carpocapsa pomonella.* Both have a lower food value than apple. In the field, the gum produced when the fruits are wounded killed more than half of the larvae which penetrated.

Caterpillars and moths reared on these fruits are considerably smaller and lighter than those ones reared on apple. The number of eggs per female was also less. No difference in emergence times was noted.

## Literatur

* Adkin R.: Laspeyresia (Carpocapsa) pomonella L. bred from Melon. Entomologist **64**, 213, 1931. Ref.: Rev. appl. Ent. **19**, 619, 1931.

Bender, E.: Vergleichende Untersuchungen über Auftreten, Entwicklung und Schaden durch Laspeyresia ianthinana Dup. und Carpocapsa pomonella L. Verhandl. Deutsch. Ges. angew. Ent. 12. Mitgliederverslg. 160–164, 1954.

* Bourne, A. I. & Withcomb, W. D.: The Codling Moth in Massachusetts. Massachusetts Agric. Expt. Sta. Bull. 233, 1927. Ref.: Rev. appl. Ent. **16**, 361, 1928.

Bovey, P.: Zur Biologie und Bekämpfung des Pflaumenwicklers Laspeyresia (Grapholitha) funebrana Tr. Anz. Schädlingsk. **15**, 1, 1939.

* Chorbadzhiev, P.: Materialien über die schädlichen Insekten und anderen Feinde der Kulturpflanzen in Bulgarien. Mitt. Bulgar. ent. Ges. **9**, 151–170, 1936. Ref.: Rev. appl. Ent. **25**, 313, 1937.

* Hall, J. A.: Observations on the Behaviour of newly hatched Codling Moth Larvae. Canad. Entomol. **66**, 100–102, 1934. Ref.: Rev. appl. Ent. **22**, 601, 1934.

Heddergott, H. u. Weidner, H.: Superfamilie Tineoidea. In: Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten IV, 1, 5. Aufl., 2. Lief. S. 158, Berlin u. Hamburg 1953.

Küthe, K.: Zur Biologie und Bekämpfung des Apfelwicklers (Carpocapsa pomonella L.). Z. angew. Ent. **24**, 129–144, 1937.

* Mackie, D. B.: Entomological Functions. Mon. Bull. Dept. Agric. California **14**, 831–848, 1931. Ref.: Rev. appl. Ent. **19**, 691, 1931.

* Pettey, F. W.: Codling Moth in Apricots. Preliminary Report on the Biology of the Codling Moth and its Control in Apricots, Wellington during the 1924–25 Fruit Season. J. Dept. Agric. S. Africa **11**, 56–65, 137–152, 1925. Ref.: Rev. appl. Ent. **13**, 526, 1925.

* Smith, R. H.: The Codling Moth as a Pest of Stone Fruits. Mon. Bull. Dept. Agric. California **18**, 304–305, 1929. Ref.: Rev. appl. Ent. **17**, 520, 1929.

—, Establishment of the Codling Moth on Stone Fruits in California. J. econ. Ent. **33**, 944, 1940.

Speyer, W.: Welche Insekten finden wir in den Fanggürteln? Verbz. Niederelb. Landes-Obst.-Verb. Nr. **11**, 1–2, 1931.

—, Kann sich die Obstmade (Cydia pomonella L.) ausschließlich von Blättern ernähren? Arb. Biol. Reichsanst. Dahlem **20**, 183–191, 1932.

Wiesmann, R.: Neues von der Obstmade. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **46**, 193–197, 1937.

—, Vom Blattfraß der Obstmade. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **48**, 267–272, 1939.

Die mit einem * versehenen Literaturangaben waren nur als Referat zugänglich.

# Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt

## *Thectura cuspidata* Er. *(Coleopt., Staphyl.)*[1]

Von H. E. Wichmann, Hebertshausen-München

*Thectura cuspidata* Er. ist ein zartes Tierchen von 1,5 mm Länge und 0,35 mm Breite. Sie gehört zur Tribus *Bolitocharini* der *Aleocharinae* und ist nahe verwandt mit der Gattung *Placusa*, von welcher einige Arten regelmäßig im Fraße von Borkenkäfern ihre Entwicklung durchmachen.

Der Anlaß, sich im obigen Fragenkreis mit ihr zu beschäftigen, war damit gegeben, daß Kleine in seinem bekannten Verzeichnisse der Parasiten, Räuber und Commensalen der Borkenkäfer (**8**, S. 70) sie, auf der Literatur fußend, als eine bei *Blastophagus piniperda* L. und *Ips laricis* F. lebende Art anführt und von den bei Borkenkäfern angetroffenen Staphyliniden im allgemeinen sagt, daß „sie wohl meist als Räuber anzusprechen" sind. Da ich die Imago, Larven und Puppen öfters unter Fichtenrinden in Fraßhölzern von *Ips typographus* L. gefunden habe und die Gefahr einer unrichtigen Beurteilung des Tieres besteht, wenn sie einmal von Anderen dort gefunden werden sollte, mußte ich ihre Ökologie im Sinne meiner Aufgabenstellung in einem zweckdienlichen Umfange klären, obwohl von vornherein unwahrscheinlich war, daß sie den drei genannten, zwischen 3,0 mm und 5,5 mm großen Borkenkäfern, ihren Larven, Puppen oder selbst deren Eiern gefährlich werden könnte.

Die *Imago* ist am besten beschrieben in Ganglbauer, Käfer von Mitteleuropa. II. Band, Wien 1895, S. 292.
Die *Larve* beschreibt Perris, Ann. Soc. Ent. France 1863, p. 562.
*Puppe* und *Ei* sind noch nicht beschrieben.

### Geschichtliches

Über die Lebensweise von *Thectura cuspidata* ist so gut wie nichts bekannt. Perris, **1**, 562, fand sie in Les Landes in den Gängen des *Bostrichus laricis*. Dieser hervorragende Beobachter nimmt an, daß die Larve sich entweder von neben ihr lebenden mikroskopischen Tierchen ernährt oder von den Exkrementen des Borkenkäfers. Perris' *Bostrichus laricis* ist aber, was später allgemein nicht berücksichtigt wurde, *Onthotomicus erosus* Woll. (Schaufuss, **5**). Alle späteren Angaben sind in diesem Sinne zu berichtigen (**2**; **3**, nota; **8**). Ganglbauer, **2**, S. 292, sagt nur, daß Larve, Puppe und Imago bei *Ips laricis* gefunden werden. Caillol, **3**, S. 268 u. 485, nennt Italienische Pappel und Kiefer als Wohnbaum, wobei es sich wegen des Fundortes Marseille, um eine der mediterranen Kiefern gehandelt haben muß. Da er

[1] Wie ich sehe, heißt die Gattung zur Zeit *Anomognathus*.

*Thectura cuspidata* in allen Entwicklungsstadien in nicht von Xylophagen bewohnten Rinden fand, bezweifelt er die Richtigkeit der Perris'schen Angaben. Reitter, **4**, S. 82, sagt bloß: Unter Baumrinden. Schaufuss II, **5**, S. 220, berichtigt den Namen des Wirtes auf *Onthotomicus erosus* Woll. Portevin, **6**, S. 304, beschränkt sich auf den Hinweis, daß *Thectura cuspidata* unter Rinden, in den Gängen von *Ips* lebt. Erst Rapp, **7**, S. 397, umreißt sehr anschaulich die Hauptpunkte der Ökologie: „In Wäldern, an Waldrändern und in Feldern. Sitzt unter feuchten Rinden von Laubbäumen, Birken, gefällten Buchen, abgestorbenen Pappeln, Fichten, Kiefern, in Baumschwämmen, alten Eichenstöcken, wird aus Laub, alten Weiden und Pappeln gesiebt und aus Erlenmulm gezüchtet. Der Käfer ist ein Feind der Larven von Ipiden, z. B. *Myelophilus*-[2] und *Hylastes*-Arten."

## Habitat

Die Vielartigkeit der von Rapp aufgezeigten Wohnorte bedarf wegen ihrer z. T. gegensätzlichen Beschaffenheit noch näherer Aufklärung. In allen mir bekannten Fällen — ich habe das Tier sehr häufig gefunden — bewohnte *Thectura cuspidata* die oftmals sehr niederen Spaltenräume unter Rinden, die bereits eine schwer zu formulierende, an der Tendenz sich zu lockern erkennbare Zerfallsreifung erreicht hatten. Sie waren also stets tot. Immer war das Substrat sehr feuchtigkeitsreich, oft ausgesprochen naß. Wo es ausgetrockneter war, zog ein Endzustand der Bewohnbarkeit herauf. Rinden auf weißfaul gewordenem Splinte (Pilz meist *Lenzites*, aber auch *Polyporus versicolor)* werden verlassen, ein Abbaustadium des Substrates, das nicht selten erst im 4. Jahre des Stammtodes eintrat. Auch Eichenrinden konnten noch in der 3., ja 4. Saison, an nun eingeschränkten Stellen bewohnt werden. Deshalb konnten daselbst mehrere Generationen des Käfers im selben Stück ihr Leben vollenden.

## Standpflanzen

In der Literatur werden genannt: *Pinus maritima*, „*Pinus*" (vermutlich *halepensis*), Weißkiefer (*Pinus silvestris*), Fichte (*Picea excelsa*), Rotbuche (*Fagus silvatica*), Birke, Italienische Pappel, Erle. Nach eigenen Beobachtungen kann ich hinzufügen: *Carpinus betulus, Quercus pedunculata* und *sessiliflora, Populus nigra* und *tremula* und *Fraxinus excelsior.*

## Ökologischer Lebensraum

Zur Charakteristik des engeren Lebensraumes genügt aber weder der Hinweis auf die schematische räumliche Beschaffenheit, noch die Standpflanzenliste allein. Dieses sich aus beiden ergebende ökologische Mehr zu schildern, kann aber gegenwärtig nur bei einem ersten Versuche bleiben, bis einmal die Mikroorganismen der Wohnstellen miteinbezogen werden können.

[2] Heute Gattung *Blastophagus* Eichh.

1. ***Pinus silvestris:*** Sich weitflächig lockernde Spiegelrinde mit dichtem Coremienwuchs einer *Ophiostomella* und dentritisch sich ordnenden Plasmodien von *Badhamia panilla* (Fr.) Rost (Myxomycet.). Zwischen den zerstreuten Bruten von *Pissodes pini* L.
2. Desgl.: Streckenweise sich lockernde Borke mit Coremienflächen und solchen mit Plasmodien von *Badhamia panilla* und zwischen den florierenden Brutbildern von *Hylurgops palliatus* Gyll.
3. Desgl.: Den ganzen Stamm entlang sich abhebende Borke und Spiegelrinde, vorwiegend von Coremienflächen einer *Ophiostomella* bedeckt und von zahlreichen Larvengängen von *Melanophila cyanea* F. durchschnitten.
4. Desgl.: Sich abhebende schwache Borke, in deren Rissen, aus dem Rindeninneren gekommen, zahlreich die großen schwarzen Knollen eines Schleimpilzes sitzen.
5. Desgl.: Locker werdende Borke mit weit verteilten, im Sommer leergewordenen Fraßbildern von *Blastophagus piniperda* L.
6. ***Picea excelsa:*** Dünnrinde im Beginne der Ablösung. Zwischen Brutbildern des *Ips typographus* L. Splint von Ophiostomellen gebläut.
7. Desgl: Leicht gelockerte Borke, zwischen den Fraßgängen von *Tetropium luridum* L.-Larven (tonangebend) und vereinzelten Fraßbildern mit Jungkäfern des *Ips typographus* L. Stellenweise Plasmodiendendriten sichtbar.
8. ***Quercus pedunculata:*** Unter sich lösenden Borken, ohne andere Rindenfresser.
9. Desgl.: Unter dünnen, zwar als Ganzes festsitzenden, aber sich lösenden Rinden, zwischen locker verteilten florierenden Fraßgängen von *Scolytus intricatus* Ratz.
10. Desgl.: Ebenso, aber zwischen den Larvengängen von *Callidium variabile.*
11. Desgl.: Ebenso, aber zwischen den Larvengängen von *Plagionotus arcuatus* L.
12. ***Fraxinus excelsior:*** Zwischen im Sommer verlassenen, locker verteilten Fraßbildern des *Leperisinus fraxini* Panz., unter sich abhebender Borke. Die ganze Fläche ist durchsetzt vom typischen Substratbacterium des Borkenkäfers.
13. Desgl.: Locker werdende Borke, ohne andere Rindenkäfer.
14. ***Carpinus betulus:*** Unter sich ablösender dicker Rinde, ohne Rindenkäfer.
15. ***Populus tremula:*** Vom Hallimasch getötete, ca. 15 cm starke Bäume. Die Rinde ist mehr minder hohl und haftet in der Hauptsache durch ihren peripheren Zusammenhang. Die Weichrinde unterliegt der für Aspen eigentümlichen schleimig-breiigen Zersetzung, deren Ursache noch nicht untersucht wurde.

*Thectura cuspidata* lebt also *zwischen* den Fraßgängen verschiedener Bock-, Pracht- und Borkenkäfer. Sie wurde von mir noch nie *in* einem bewohnten (oder einem verlassenen) Borkenkäfergange gefunden. Die Nähe irgendwelcher anderer Rindenkäfer ist für ihre Niederlassung von keiner

oder nur von der Bedeutung, daß durch deren Gänge die kambiale Ablösung seitwärts sich ausbreitet. Sie kommt auch in von anderen Käfern leeren Rinden vor.

## Mitbewohner des Habitats

In Esche *Pediacus dermestoides* F. und Larve, *Cerylon fagi* Bris. und Larve. In Eiche *Cerylon fagi* Bris., *Rhizophagus bipustulatus* F. und ihre Larven, sowie die Larven von *Lonchaea* sp. ( Dipt.). In Weißkiefer die Larven von *Lonchaea* sp., *Phloeopora testacea* und Larve und anscheinend nur ausnahmsweise *Phloeonomus* div. spec., *Pachygaster minutissimus* (Dipt.), ferner *Digamasellus* spec. und *Uropoda* spec. (Acar.). In Zitterpappel *Cerylon fagi* Bris., *Rhizophagus bipustulatus* F. und ihre Larven, Larven von *Lonchaea* sp., in großer Anzahl die roten, in Schleimkokons verpuppenden Larven von *Plastosciara pictiventris* Kieff. (Dipt., Lauxaniidae), sowie noch nicht determinierte Milben.

## Nahrung

Ihr Nachweis hat wegen der Kleinheit des Tierchens einige Mühe gemacht und bedarf noch weiterer Feststellung. Im Darme der Imago, dessen Mittelabschnitt gerade und mit langen Kryptenschläuchen besetzt ist, sind spärliche feinste Rindenkrümel, seltene kurze Hyphenstücke und häufiger Pilzkonidien, in viel blaßbrauner Flüssigkeit, von der sich nicht entscheiden ließ, ob sie Darmsekret (wahrscheinlicher), oder „Baumsaft" war. Einmal sah ich deutlich ein Exemplar an einer Flüssigkeitsanhäufung unter Weißkiefernrinde schlürfen, die aber nicht untersucht werden konnte. Die in ähnlichen Fällen gebrauchte Bezeichnung „Baumsaft" ist eine vielfach unzureichende Aussage. Denn unter toten Rinden kann der Baumsaft oft eher als Suspension von Mikroorganismen betrachtet werden, was die trophische Stellung des Tieres wesentlich ändert[3]. Ich habe *Thectura cuspidata* in Eiche an den zum bekannten Netzwerk sich ordnenden Plasmodienmassen eines unbestimmt gebliebenen Myxomyceten fressen gesehen. Die Nahrung der Larve ist dieselbe. Einmal sah ich sie, einen noch lebenden *Digamasellus quadrisetus* Berl. (Acar.) tragen.

## Bionomie

*Thectura cuspidata* fliegt in den späten Nachmittagsstunden. Nachgewiesen sind von mir Anflugweiten von 270 m. In Eichenpfählen, in Feldern frei der Sonne ausgesetzt, gelangte sie zur vollen Entwicklung, trotzdem in den Nachmittagsstunden unter ihrer Rinde Temperaturen von 35—37° C und später 42° C aufgetreten waren.

[3] Es gibt natürlich echte Baumsaftschlürfer. Sie finden sich an blutenden Wunden, an frischen Stöcken z. B. von Birke, Hainbuche, Eiche ein. Sehr bald siedeln sich im Ausflusse verschiedene Hefen an, von denen die gelblich bis rosa gefärbten Beläge von *Endomyces Ludwigi* die am leichtesten erkennbaren Organismenanhäufungen sind.

Im Winter fand ich nur Vollkerfe und (winterharte) Larven. Vielleicht können auch Puppen überwintern. Die aktiven Stadien überwintern dort, wo sie die Winterkälte lahmlegte. Schon im April treten Puppen auf. Die überwinterten Käfer kommen spätestens im Mai zur Eiablage. Die Eier selbst wurden noch nicht gefunden. Die Larve bewegt sich mäßig flink in den Spaltenräumen. Der Verpuppung dient ein elliptisches, relativ dichtes Gespinst von 1,5 : 0,6 mm, dessen Boden und Decke, den Spaltenflächen angepaßt, flach sind. In weiten Spalten ist das Gespinst gewölbt. In freie Flächen des Kokons werden regelmäßig Krümelchen einbezogen. Der Generationszyklus war nicht klar zu erkennen. Es müssen wohl 2 Jahresgenerationen sein, bei breiten Generationsströmen. Die Zucht gelang nicht.

## Feinde

Ich sah nur einmal, wie unter Eichenrinde ein großer *Gamaside* eine Larve fing. In der Imago fand ich einen in der Leibeshöhle lebenden *Nematoden*.

Vereinzelt trug ein Käfer die Milbe *Anoetus sapromyzarum* (det. † Graf Vitzthum).

## Zusammenfassung

*Thectura cuspidata* Er. lebt und brütet unter toten Rinden verschiedener Laub- und Nadelhölzer, ohne jede Bindung an Rindenfresser und zwischen deren Gängen. Sie könnte nach den noch zu vervollständigenden Rappschen Angaben euryöker sein, als das ökologisch gut geschlossene Bild obiger Darstellung annehmen läßt. Sie wurde noch nie in Borkenkäfergängen gefunden. Die bisher festgestellte Nahrung sind Detrituskörnchen und Kleinorganismen, auch Milben.

Das Tier ist kein Feind von Borkenkäfern oder ihrer Brut.

## Summary

*Thectura cuspidata* Er. (Col. Staph.) lives in the cambial fissures under the bark of deciduous and coniferous trees, independently or among the feeding galleries of bark insects, without being associated with these. Food is partly of vegetable origin and partly small animals. The tiny creature is no destroyer of bark beetles.

## Literatur

1. Perris, E.: Ann. Soc. Ent. France, 1863, 562.
2. Ganglbauer, L.: Käfer von Mitteleuropa, II, 1895, 292.
3. Caillol, H.: Catalogue des Coleopteres de Provence. Premiere partie. 1908.
4. Reitter, E.: Fauna Germanica, II. 1909, 82.
5. Schaufuss-Calwer: Käferbuch. II. Auflage. 1916, 220.
6. Portevin, G.: Histoir naturelle des Coleopteres de France, t. I, 1929, 304.
7. Rapp, O.: Die Käfer Thüringens. Bd. I, 1933, 397.
8. Kleine, R.: Ent. Blätt. **35**, 1939, 70.

# Beobachtungen zum Auftreten der Nonne (*Lymantria monacha* L.) 1955/56 in den Buchenwäldern Westmazedoniens, Jugoslawien

Von Zora Karaman, Jugoslawien
*(Fakultät für Land- und Forstwirtschaft, Skopje)*

In Westmazedonien wurden im Jahre 1955 im Gebiet von Kičevo, Ochrid (Karaorman-Gebirge) und Mavrovo insgesamt 12 000 ha Buchenbestände durch Nonnenraupen kahlgefressen. Schon im folgenden Jahr brachte das Auftreten der Polyederkrankheit (die sogen. Wipfelkrankheit der Nonne) den Zusammenbruch der Kalamität.

Im wesentlichen erstreckten sich die Befallsgebiete der Nonne auf die Buchenwaldungen in den Höhenlagen zwischen 1200 und 1600 m über N. N. Die Grenze der Buchenwaldregion gegen das Buchen-Eichengebiet bildete dabei die untere Verbreitungsgrenze des Nonnenauftretens. In den oberen Lagen des Buchenwaldes nahm die Populationsdichte mit zunehmender Höhenlage ab; hier beteiligten sich auch Geometridenraupen am Schadfraß.

Die Fichte fehlt in diesen Gebirgslagen, und Reinbestände sonstiger Nadelhölzer sind selten. Letztere blieben auch von der Nonne verschont. Lediglich die Tanne wurde in den Buchen-Tannenwäldern bei Žužnje (Mavrovo) und Ržan (Prespa-Peristergebirge) neben der Buche befallen.

Der Raupenfraß setzte in der Gipfelregion der Buchenbestände ein und blieb deswegen zunächst unbeachtet. Erst als die Altraupen nach unten wanderten und ihr Fraß auf den Buchenunterwuchs übergriff, wurde man auf die Kalamität aufmerksam. In der Vegetationsperiode 1955 wurden in den befallenen Gebieten 80 % der Buchen kahlgefressen, während Esche, Eiche, Erle und Zitterpappel verschont blieben. Buchen mit totalen Kahlfraßschäden begrünten sich im August/September wieder, die nur teilweise entlaubten Kronen bildeten dagegen keine neuen Triebe mehr.

Die Farbe der Raupen entsprach einem Licht- bis Dunkelgrau, wobei jene mit dunklen Farbtönungen viel seltener auftraten. Die Falter waren zu 50 % in der Form *eremita* Ochst. vertreten.

Als fleißiger Vertilger von Raupe, Puppe und Falter zeigte sich *Calosoma sycophanta* L. und deren Larve. Beide waren zahlreich vertreten, auf 3 bis 4 Quadratmeter traf etwa 1 Exemplar dieser Art. Noch zahlreicher trat die Wanze *Pentatoma rufipes* L. in Erscheinung, welche sich noch reger an der Vernichtung von Raupen und Puppen beteiligte. Mehrfach wurden Wanzen dieser Art beim Aussaugen der Nonnenraupen beobachtet und zahlreiche mit einem Loch versehene Puppen ausgesaugt vorgefunden. Ob *Pentatoma rufipes* L. auch Falter angriff, konnte nicht ermittelt werden. *Calosoma inquisitor* L. und *Carabus violaceus* L. traten nur wenig in Erscheinung. Der Anteil durch Tachinenfliegen parasitierter Raupen war gering.

Noch im Jahre 1955 wurden, wenn auch im geringen Umfange, die ersten an der Polyederseuche verendeten Raupen gefunden. Die Puppensterblichkeit als Folge dieser Virose lag bereits höher.

Die Falter waren in ihrer Verhaltensweise sehr träge. Die Eiablage geschah in Häufchen zu 4—80 Stück, vorwiegend zu 20—30 Stück unter dem

Flechten- und Moosbelag der Buchenstämme, selten in Rindenspalten und dann nur in kleinen Häufchen. Als Eiablageort wurde der untere Stammabschnitt bis Brusthöhe bevorzugt.

Während des Falterfluges im August 1955 erweiterte sich das Befallsgebiet in Richtung der tiefer gelegenen Eichen-Buchenwälder. Die Eichen wurden bei der Eiablage gemieden und im folgenden Jahr auch weniger Raupen an ihnen gefunden.

Das Schlüpfen der Raupen im Frühjahr 1956 erstreckte sich über einen Zeitraum von etwa 30 Tagen. Die ersten Eiraupen wurden bei Kičevo am 23. April beobachtet, während man bei Mavrovo am 10. Juni noch Raupen des 1. Stadiums vorfand. Im Karaorman-Gebirge (Ochrid) war die Raupenentwicklung in den nördlichen Expositionen gegenüber den südlichen um 14 Tage weiter vorangeschritten.

Nach der ermittelten Belagsdichte an geschlüpften Eiraupen wäre auch für 1956 mit nochmaligen Kahlfraßschäden in den vorjährigen befallenen Buchenwäldern zu rechnen gewesen. Die am 16. Mai untersuchten Raupen des 1. und 2. Stadiums waren jedoch schon zu 56,9 % von der Polyederseuche infiziert. Der kühle und regnerische Frühling hatte die Ausbreitung der Virose wohl gefördert. Bis Mitte Juni hatte sich daher die Bevölkerungsdichte in den vom Kahlfraß bedrohten Buchenwaldungen bis auf Bruchteile des Ausgangsbelages vermindert. Von den zu diesem Zeitpunkt noch angetroffenen Raupen des 1. bis 3. Stadiums waren 78,5 bis 100 % ebenfalls erkrankt. Ähnlich lagen die Verhältnisse in den Eichen-Buchenbeständen, wo der Anteil polyederkranker Raupen auf Eiche 84,6 % und auf Buche 83,3 % betrug. Vereinzelt vorkommende Schwammspinnerraupen (*Lymantria dispar* L.) waren ebenfalls infektiös.

In den Tannen-Buchenwäldern war der Zusammenbruch der Massenvermehrung bei dem auf Tanne lebenden Teil der Nonnenpopulation in den zwei beobachteten Fällen erst später eingetreten: Bei Žužnje (Mavrovo) gingen die hier auf Buchen lebenden Raupen gleichzeitig mit der Population in den Buchenwäldern an der Virose zugrunde. Die Fraßschäden konzentrierten sich hier in diesem Jahr auf den Buchenunterwuchs. Gleichzeitig war dagegen der Raupenbesatz auf Tanne mit Raupen des 1. bis 3. Stadiums noch sehr hoch, obschon 84,6 % der Bevölkerung infektiös war. In einem weiter südlich gelegenen Waldgebiet, am Ržan (Prespa-Peristergebirge) kam es noch 1956 zu Kahlfraßschäden. Die Population auf Buche ging aber noch im gleichen Jahre, teils im Raupen- teils im Puppenstadium an der Polyederseuche zugrunde. Die auf den Tannen lebenden Raupen waren wieder nur teilweise erkrankt, so daß die meisten sich noch verpuppen und die schlüpfenden Falter zur Eiablage schreiten konnten. Die 1957 schlüpfenden Raupen verendeten dann während des 1. und 2. Stadiums.

## Zusammenfassung

Bei einer Massenvermehrung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in den Buchenwäldern Westmazedoniens (Jugoslawien) wurden im Jahre 1955 insgesamt 12 000 ha Buchenbestände vom Kahlfraß betroffen. Der Befall beschränkte sich auf die Buchenwaldregion in den Höhenlagen zwischen 1200 bis 1600 m.

Das Auftreten der Polyederkrankheit (Wipfelkrankheit der Nonne) führte im Sommer 1956 zum Zusammenbruch der Nonnenkalamität.

**Summary**

In the course of a mass-propagation of the nun-moth (*Lymantria monacha* L.) in the beech-forests of western Mazedonia (Yugo-Slavia) 1955 in a total 12 000 ha beech stands were completly defoliated. The attack was restricted in the beech-forests between altitudes of 1200–1600 m. The outbreak of a polyhedral-disease („Wipfelkrankheit" of the nun-moth) led to a breakdown of the nun-moth-calamity in summer 1956.

## KLEINE MITTEILUNGEN

Zum 1. Vorsitzenden der *Deutschen Entomologischen Gesellschaft* für das Jahr 1958 wurde der wissenschaftliche Rat beim Bundesgesundheitsamt Dr. Erich Kirchberg, zu Ehrenmitgliedern Dr. h. c. Haupt, Halle/Saale, für seine Arbeiten über Hymenopteren, Homopteren und fossile Insekten sowie Dr. A. Bergmann, Arnstadt/Thüringen, für sein Werk „Die Schmetterlinge Mitteldeutschlands" gewählt. (Sitz der Gesellschaft ist Berlin-Dahlem, Corrensplatz 1.)

### Internationaler Kongreß für Insektenpathologie und biologische Bekämpfung

Unter der Schirmherrschaft der tschechoslowakischen und der slowakischen Akademie der Wissenschaft findet vom 13.—20. August 1958 in Prag auf internationaler Basis eine Tagung über das Gebiet der Insektenpathologie und der biologischen Bekämpfung statt. Ihre Organisation liegt in Händen des Instituts für Insektenpathologie, Prag, und des Institutes für Pflanzenschutz der slowakischen Akademie. Sekretär des Kongresses ist Herr Dr. J. Weiser (Lab. Insect Pathology, Inst. of Biology), Na cvivisti 2, Praha 6/ Tschechoslowakei, an den Interessenten wegen weiterer Auskünfte verwiesen werden.

### Publication announcement

The Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology, held in Montreal, Canada, in August, 1956, are expected to be ready for distribution in late 1958. The price is $ 75.00 postpaid for the set of four volumes. Since a limited number will be printed only orders received before May 1, 1958, can be guaranteed.

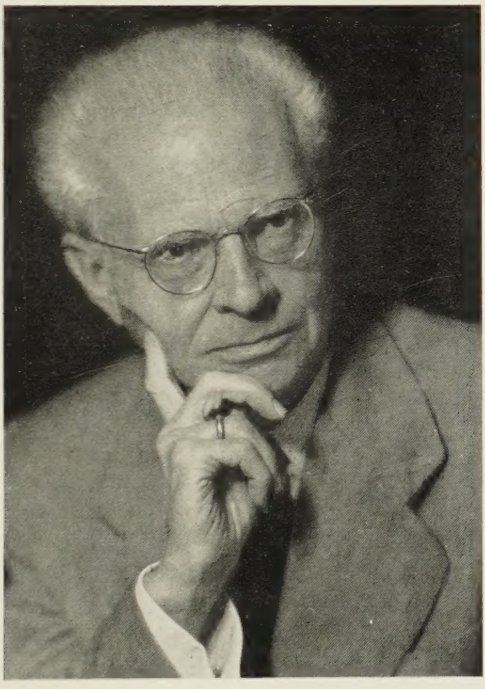
The Proceedings will contain nearly 700 scientific contributions, many accompanied by illustrations. The four volumes, comprising over 4200 pages, will constitute an indispensable work of reference for many years since most of the material is not being published elsewhere.

For further information write to the address below:

Tenth International Congress of Entomology,
Science Service Building,
Ottawa, Canada.

## Hans Blunck gestorben

Zwei Jahre sind es her, da wurde an dieser Stelle, zu seinem 70. Geburtstage, der Wunsch ausgesprochen, Hans Blunck möge dem Kreis seiner Freunde und Verehrer noch lange mit seiner schaffenden und anfeuernden Tätigkeit erhalten bleiben. Wer seine jugendliche Vitalität kannte, dem schien dieser Wunsch berechtigt, seine Erfüllung aussichtsreich. Freilich, da war sein tückisches Leiden, im ersten Weltkrieg geholt und immer wieder tapfer mit zäher Energie überwunden. Nun ist er seinen Folgen doch erlegen, nach hartem, langem, schwerem Kampf.



Am 12. Januar 1958 starb in Heilbronn der ordentliche emeritierte Universitätsprofessor Dr. Dr. h. c. JOHANN CHRISTIAN BLUNCK. Geboren am 13. September 1885 in Wankendorf, Kreis Plön/Holstein, studierte er in Marburg, München und Kiel Naturwissenschaft, promovierte 1912 summa cum laude zum Doktor der Philosophie, war 1912—1914 Assistent am Zoologischen Institut der Universität Marburg, 1914—1925 an der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Ulmenweiler bzw. Naumburg/Saale mit einer Unterbrechung durch Kriegsdienst in den Jahren 1914—1919, übernahm 1925 die Zweigstelle Kiel der Reichsanstalt als Leiter, erhielt im selben Jahr die venia legendi für Pflanzenschutz

an der Universität Kiel, wurde dort 1927 zum außerordentlichen Professor ernannt und 1935 als ordentlicher Professor an die Universität Bonn berufen, zur Direktion des damals in Deutschland einzigen Instituts für Pflanzenkrankheiten, in dem er über seine 1948 erfolgte Emeritierung hinaus bis zum Ende seines Lebens tätig war. 1954 wurde ihm als höchste Auszeichnung des deutschen Pflanzenschutzes die Otto-Appel-Gedenkmünze, 1955 der Grad eines Doktors der Landwirtschaft ehrenhalber der Landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim verliehen.

Hans Blunck war verheiratet mit Gertrud Wohlenberg und hinterläßt 2 Kinder und 5 Enkel.

Das ist der äußere Rahmen eines Lebens, das erfüllt war von fruchtbarer Arbeit in seiner geliebten Wissenschaft, erfolgreicher Lehrtätigkeit und verantwortungsbewußter Sorge für seine engere Familie, die weitere seiner Schüler und Freunde und für Volk und Staat. Mit hoher Begabung und zäher Arbeitskraft ausgestattet, ist Blunck sich immer dessen bewußt gewesen, welche Pflichten solche Gaben auferlegen. Unermüdlich hat er geschafft bis zuletzt. Pflichtbewußtsein und Treue zeichneten ihn in einem für alle ihm Näherstehenden unvergeßlichen Grade aus, Pflichtbewußtsein, das bis zur Härte gegen sich selbst ging, Treue für die Sache und für die ihrer würdig erkannten Personen, die durch nichts zu erschüttern war.

Es ist unmöglich hier dem wissenschaftlichen Werk Bluncks im einzelnen gerecht zu werden. Das ist wohl auch nicht nötig, da es noch unter uns lebt und wirkt. Seine umfassenden und grundlegenden Arbeiten zur Morphologie und Biologie vieler Insekten sichern ihm einen hervorragenden Ehrenplatz in der Geschichte der Entomologie. Mit besonderer Liebe gerade dem angewandten Zweige dieser Wissenschaft zugetan, hat er doch den Rahmen für sein Schaffen weiter gespannt und tiefes Verständnis wie produktive Kraft auch für die mikrobiologisch und virologisch gerichtete Pflanzenpathologie aufgebracht. Er hat das übergeordnete Ziel der Pflanzenschutzforschung für die Ernährungssicherung nicht aus dem Auge verloren und sich dafür als Forscher, Lehrer, Schriftsteller, Schriftleiter und Organisator in vorderster Reihe unermüdlich eingesetzt.

All das: sein weiter und scharfer Blick, sein Einsatz, seine Treue und seine jugendliche Begeisterungsfähigkeit bleiben uns unvergeßlich. Dem weiten Kreis seiner Schüler und Freunde, für die sein Hinscheiden einen tief schmerzlichen Verlust bedeutet, ist es ein versöhnliches Gefühl, daß das Leben Hans Blunck volle Entfaltung seiner Anlagen und Erfüllung seines Strebens gegönnt hat und daß es damit im Persönlichen wie in der Tat als Ganzes ein glückliches gewesen ist.

H. Bremer

Für den Kreis der in der Forschung und im Versuchswesen Tätigen

*erschien soeben:*

# Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche

Von Prof. Dr. ALOIS MUDRA

z. Z. Berater der Vereinten Nationen

1958 / 336 Seiten mit 38 Abbildungen und zahlreichen Tabellen / In Ganzleinen 58,60 DM

Die Statistik ist heute bereits zu einer eigenen Wissenschaft geworden, die lehrt, Versuche und Untersuchungen zweckmäßig zu planen, um mit geringstem Aufwand den höchstmöglichen Wirkungsgrad zu erzielen, die gewonnenen Daten zu ordnen und auszuwerten, und die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu beurteilen und aus ihnen Schlüsse zu ziehen. Prof. MUDRA ist es auf Grund seiner langjährigen Erfahrung in der Lehr- und Forschungstätigkeit gelungen, diesen nicht immer einfachen Stoff, dessen Wichtigkeit und Bedeutung für das Versuchswesen unbestritten ist, so darzustellen, daß der aufgeschlossene Leser die geschilderten Methoden selbst anwenden kann. Zunächst wird er in die Grundlagen der Statistik eingeführt. An Hand zahlreicher Beispiele werden die verschiedenen Methoden demonstriert. Anschließend folgen ausführliche Darstellungen von Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen. Dabei werden eine Reihe moderner Versuchsanlagen besprochen, die sich auf den verschiedensten Forschungsgebieten bereits praktisch bewährt haben. Der Behandlung jeder Versuchsanlage schließt sich stets die Darstellung der statistischen Auswertung an Hand von praktischen Beispielen an. Im Anhang schließlich findet man die bei jeder Versuchsauswertung unentbehrlichen statistischen Tafeln, aus denen sich die benötigten Werte bequem ablesen lassen. So wird das Buch bald zu einem wichtigen Bestandteil der Fachliteratur der in der Forschung und im Versuchswesen Tätigen gehören.

*Ferner empfehlen wir:*

# Vertebrata

*Reptilia, Aves, Mammalia*

bearbeitet von

Dr. MICHAEL KLEMM
Biol. Bundesanstalt f. Land- und Forstw., Berlin-Dahlem

Dr. KARL MANSFELD
Vogelschutzwarte Seebach

414 Seiten mit 134 Textabbildungen / In Ganzleinen 88,– DM

*Erschienen als 5. Lieferung des V. Bandes Sorauer: „Handbuch der Pflanzenkrankheiten"*

Hier liegt eine moderne, zusammenfassende Darstellung der Reptilien, Vögel und Säugetiere vor, die die überraschend große Zahl von Wirbeltieren enthält, die in irgendeiner Form und an irgendeiner Stelle der Welt als Pflanzenfresser und bekannte oder vermutete Schädiger von Kulturpflanzen in Erscheinung treten können. Das Werk ist daher nicht nur für den Fachgelehrten eine sichere Quelle der Unterrichtung über die geographische Verbreitung, das Biotop, die Nahrungspflanzen, Fortpflanzungsverhältnisse, Entwicklungsgeschichte, Art des Schadens, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfungsmöglichkeiten, sondern auch besonders für Zoologen, Ornithologen, Jagdwissenschaftler, Forstleute und den ernsthaften Naturfreund ein wertvolles Nachschlagewerk. Von großer Bedeutung ist es, daß hier erstmalig in der westlichen Fachliteratur die sehr zahlreichen und schwer zugänglichen alten und neuen Veröffentlichungen in russischer Sprache als Originale mit verwertet werden konnten.

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG

Der Forschung und der Praxis

*dienen die beiden Werke:*

## Die Waldkrankheiten

*Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes*

Von Prof. Dr. FRITZ SCHWERDTFEGER, Göttingen

**2., neubearbeitete Auflage**

1957 / 486 Seiten mit 199 Abbildungen / In Ganzleinen 39,40 DM

„Der Forstmann, der sich über den neuesten Stand der Waldkrankheiten, deren Verhütung und Abwehr orientieren will, wird zu diesem hervorragenden Werk greifen, welches den gewaltigen Lehr- und Forschungsstoff in konzentrierter Form bringt. Das Buch bietet schon dem Studierenden das, was wir Älteren bisher vergebens gesucht haben."

*Österr. Vierteljahresschr. f. Forstwesen*

„Das vorliegende Buch wird nicht nur dem Forstmann und dem Forstwissenschaftler sowie dem Studenten der Forstwissenschaft von Nutzen sein, sondern auch der Phytopathologe und der angewandte Entomologe wird sich seiner immer wieder zu bedienen haben. Dankbar sei auch vermerkt, daß die preisliche Gestaltung des Buches seinen Absatz nicht hemmen wird und Druck und Ausstattung allen Ansprüchen genügen." *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*

„Das Werk ist nicht nur allen mit dem Forstschutz befaßten, sondern auch den auf anderen Gebieten des Pflanzenschutzes tätigen Personen als bei aller Knappheit des Ausdrucks verständliche Grundlegung ihrer Wissenschaft zu empfehlen." *Pflanzenschutz*

## Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde

### nach Schadensbild und Schädling

Von Prof. Dr.-Ing. ERWIN SCHIMITSCHEK, Hann.-Münden

1955 / 196 Seiten mit 290 Abb. / Ganz auf Kunstdruckpapier / In Ganzleinen 19,80 DM

„Auf 196 Seiten hat es der bekannte Forstentomologe Prof. Dr. SCHIMITSCHEK verstanden, das umfangreiche Gebiet der Insektenschäden an lebendem, totem und verbautem Holz zusammenzufassen. Das kennzeichnet bereits die prägnante Form des Bestimmungsbuches, in dem dennoch alle wesentlichen Merkmale an Holzschäden verständlich aufgeführt werden. Es ist ein Werk, das dem praktischen Forstmann ermöglicht, den Urheber, also den Schädling, an Hand des Schadens nach dem Fraßbild zu bestimmen. Selbst die Schäden, die durch verschiedene Stadien einzelner Insekten entstehen, sind leicht mit Hilfe dieses Bestimmungsbuches zu erfassen." *Anzeiger für Schädlingskunde*

„Das Buch wird seine Brauchbarkeit in der Praxis bald beweisen und nicht nur für den Forstmann und den Pflanzenarzt rasch unentbehrlich werden, sondern sicher auch in den Kreisen der allgemein interessierten Naturfreunde weite Verbreitung finden. Die Ausstattung durch den Verlag ist hervorzuheben, der Preis ist angemessen."

*Mitteil. d. München. Entom. Ges.*

„Das Buch kann als ein Muster eines der Praxis, dem Studenten und dem angewandten Entomologen in gleicher Weise dienenden modernen Bestimmungsbuches bezeichnet werden."

*Pflanzenschutzberichte*

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN